ISSN 0716 - 0178



MINISTERIO DE EDUCACION PUBLICA
DIRECCION DE BIBLIOTECAS, ARCHIVOS Y MUSEOS



ANALES
MUSEO de HISTORIA NATURAL de VALPARAISO

CHILE

| ISSN 0716 - 0178 | An. Mus. Hist. Nat. | Vol. 16 | 1983-85 | Valparaíso | Chile |

ISSN 0716 - 0178



MINISTERIO DE EDUCACION PUBLICA

DIRECCION DE BIBLIOTECAS, ARCHIVOS Y MUSEOS

ANALES
MUSEO de HISTORIA NATURAL de VALPARAISO

CHILE

| ISSN 0716-0178 | An. Mus. His. Nat. | Vol. 16 | 1983-85 | Valparaíso | Chile |

EDICIONES DE LA DIRECCION DE BIBLIOTECAS, ARCHIVOS Y MUSEOS

ASESORIA GRAFICA
DEPTO. ASESORIA TECNICA Y PUBLICACIONES
SANTIAGO ARANGUIZ SANCHEZ
Supervisión Técnica General

JAIME ALEGRIA HERRERA
Diseño y Diagramación

Edición de 600 ejemplares
Museo de Historia Natural de Valparaíso
Calle Valparaíso 155 - Casilla 925 - Tel. 97 73 00
Viña del Mar - Chile

1986

A N A L E S

D E L

MUSEO DE HISTORIA NATURAL

VALPARAISO - CHILE

Vol. 16 —— 1983-85

ANTROPOLOGIA: *Páginas*

BOTANICA:

ECOLOGIA:

ZOOLOGIA:

EXCAVACION DE SALVATAJE EN QUILPUE, CHILE CENTRAL

JAIME VERA VILLARROEL

ABSTRACT: A double grave pertaining to the Aconcagua complex of northern Chile Central is reported. It was found in the Quilpué Valley and it is relationed with another finds from the Quillota and Limache Valleys. This grave was found in an actual densely inhabited area, and would pertain to an destroyed cementery and nearly inhabitational site. The site would relationed with the golden washing-place of Marga-Marga.

Con motivo de haber realizado exploraciones en el valle de Quilpué, principalmente en el área de antiguos lavaderos auríferos en mayo de 1984, supimos del hallazgo en Villa Alemana, al hacerse un drenaje, de restos arqueológicos consistentes en osamentas humanas asociadas a cerámica. Parte de las evidencias culturales estaban en poder del Servicio de Investigaciones y un esqueleto, bajo la potestad del Juzgado del Crimen.

Debido a la necesidad de estudiar el yacimiento de procedencia, por las escasas evidencias de este tipo con información contextual confiable, procedentes del hoy densamente urbanizado valle de Quilpué, resolvimos recuperar lo descubierto, reconocer el yacimiento y hacer un salvamento de los restos que aún estuviesen in situ.

El sector carece de estudios arqueológicos recientes, el único publicado pertenece al Dr. Francisco Fonck y data de 1910. Las indagaciones de este médico se centraron en la zona cercana a su residencia en Quilpué, principalmente El Retiro y Belloto, sectores ubicados en la ribera norte del estero de Quilpué, con yacimientos en proceso de destrucción a esa fecha. Componentes importantes de esos yacimientos eran grandes conjuntos de "piedras con tacitas", hoy totalmente destruidas; asociadas a ellas se encontraron grandes cantidades de artefactos líticos, cerámica fragmentada y restos óseos humanos. Gran parte de estas evidencias fueron guardadas en el museo F. Fonck de Viña del Mar.

Fonck (1910) destaca que toda la cerámica recolectada al norte del estero Quilpué es monócroma y doméstica, estando ausente la decorada, aunque indica un sector al sur del citado estero y de la línea del ferrocarril, denominado El Sauce, donde habían viñas y al laborear un terreno plano apareció "una osamenta desgastada" (Fonck 1910:23). Posteriores recolecciones arrojaron, dentro del espacio de una cuadra de viñas: puntas de proyectil, piedras horadadas, manos de moler, "tejos" de cerámica y piedra, un *hacha de cobre* y *fragmentos de cerámica decorada* (1910:24).

Sus palabras son elocuentes: "... aunque se halle casi toda en pequeños fragmentos, es muy notable por la *perfección de los dibujos* de las ollas o platos, de modo que *hacen un contraste grande con la del Retiro* y otras partes más antiguas: hay seis clases de piezas diferentes, es decir de tazas u

---

Museo de Historia Natural de Valparaíso. Casilla 925, Viña del Mar, Chile.

ollas sin pintura, de otras con dibujos o blancos sólo por dentro o por fuera y aún por dentro y fuera a la vez. La cantidad es también considerable: parece que se ha quebrado un buen número de vasijas de barro. Recuerdo haber visto en el campo de esta sepultura numerosas piedras desparramadas, pero no sé si son precisamente de esas quebradas en el entierro". (Fonck 1910:25).

Concluye el autor que el sitio posiblemente data ... "del tiempo de los Incas... Correspondiendo a una etapa cultural más avanzada comparada con el Retiro y notando la ausencia de piedras con tacitas" (:50). Existe un croquis de los yacimientos descritos por Fonck, confeccionado por su hijo Julio, en 1908. Allí se observa entre el camino a Peñablanca y el estero Marga Marga el antiguo "Asiento del Sauce", situado a cierta distancia del estero Quilpué. Aparecen señaladas "viñas" sobre el rótulo del "Antiguo Asiento..." y algo más abajo de él se indican dos *"Ojos de agua"*. Al poniente de las viñas aparece un "cementerio moderno", que desemboca por un camino en la carretera principal.

Según el diccionario RAE (1970), asiento es "territorio o población de las minas"; "sitio en que estuvo o está un pueblo o edificio". "Ojos de Agua" significa "manantial que surge en un llano".

Además de los ya nombrados, hay otros objetos sin contexto procedentes de El Sauce y guardados en el Museo de la Sociedad F. Fonck: una cucharilla cerámica de doble recipiente, un colgante lítico, un toqui-mano, además de pulidores de cerámica manufacturados con paredes de ceramios.

Posteriormente a los estudios de Fonck, faltan otros antecedentes arqueológicos para esta parte del valle de Quilpué. Mucho más al oriente, en Peñablanca, Población Teniente Orella, se halló en 1979 una piedra horadada entre 80 a 90 cm. de profundidad, en una capa limosa oscura, también en faenas de drenaje.

Geomorfológicamente, la cuenca de Quilpué ha sido excavada por el estero de igual nombre sobre planicies litorales de origen pliocuaternarias, constituyéndose hoy en cuenca de erosión, petrográficamente basada en granito pre-geosinclinal Paleozoico (Figueroa 1982).

Fitogeográficamente, el valle pertenece al piso de tipo Mediterráneo Normal con abundancia de especies tales como: espino, tebo, palqui, quilo, colliguay, chilca, litre, quillay (Quintanilla 1982).

De acuerdo a Pino y Varela (1977), las condiciones actuales del clima de Chile Central y de la zona, debieron estabilizarse desde unos 1.000 años atrás, cuando había más precipitaciones y temperaturas algo más bajas que ahora.

MATERIAL Y METODO

Sitio Villa Alemana 1. Se encuentra en medio de una población de la comuna del mismo nombre, V Región, al sur del estero Quilpué y en terreno plano arcilloso, a unos 150 m. de un arroyo que fluye hacia el estero Quilpué. Sus coordenadas geográficas son 33º 03' S y 71º 24' W. Anteriormente los terrenos fueron ocupados por antiguas viñas.

A fines del verano de 1983 se efectuó una zanja de drenaje en senti-

do N-S, en un patio interior. A 120 cm. de profundidad se descubrió un esqueleto en posición de cúbito dorsal, el cráneo al SE y los pies NO, rodeados por tiestos cerámicos. Cerca de los pies se encontró el objeto cerámico alargado de la Fig. 1 i. Personal de Investigaciones levantó los restos enviándolos al Servicio Médico Legal y permaneciendo gran parte de la cerámica en poder de los primeros. Luego al profundizarse la zanja a 140 cm. apareció un segundo esqueleto que fue descubierto desde el cráneo hasta la pelvis, resolviéndose dejarlo in situ, rellenándose la zanja con ripio y colocándose sobre él, una cañería de drenaje. Tras eso se tapó.

Como primera etapa se recuperaron los objetos en poder de Investigaciones, gracias a su cooperación, los que fueron depositados en el Museo de Historia Natural de Valparaíso. Luego, ubicamos el yacimiento (patio posterior de una casa) situado en una población recientemente levantada. Los propietarios hicieron entrega de otros ceramios que mantenían en su poder y dieron las facilidades para hacer el salvamento de la osamenta que aún permanecía enterrada, lo que se efectuó entre el 19 de junio y 15 de julio de 1984, a pesar de intenso mal tiempo.

Excavación de Salvataje: Para rescatar el segundo esqueleto se trazó una cuadrícula de 2.5 m x 2 m orientada en sentido NS. Se extrajo y harneó el material de relleno de la excavación anterior, que estaba totalmente disturbado conteniendo mezclados: ladrillos, plásticos, ripio, cemento, vidrios, fragmentos óseos y cerámicos.

En el perfil norte de la cuadrícula se notó un sector con estratigrafía no disturbada. Se distinguió un estrato de humus superficial hasta 30 cm, un segundo estrato arenoso café tendiendo a arcilloso en su base, situado hasta 100 cm de profundidad, y como tercer estrato natural un material arcilloso cambiando de color café a amarillo claro, hasta llegar a roca granítica basal a 150 cm. Había un paso gradual entre cada capa. Desde la superficie hasta 150 cm de profundidad se apreciaban raíces y raicillas carbonizadas de las antiguas viñas. El segundo esqueleto estaba rodeado por ellas y entre los huesos de las piernas apareció restos de ellas. Se excavó en los perfiles de la cuadrícula buscando otros enterratorios cercanos sin resultados positivos.

La segunda osamenta estaba unos 20 cm. más abajo y algo a la derecha del primer esqueleto presentando las siguientes características:

Profundidad del cráneo: 138 cm.

Profundidad de los pies: 140 cm.

Orientación del cuerpo: cráneo hacia el SE. Pies hacia el NO.

Tipo de entierro: Primario. Huesos de piernas en su punto de articulación, fracturados. Huesos del tórax y cráneo removidos. Cráneo fracturado.

Fondo de la fosa: Arcilla amarilla blanda y húmeda sobre roca descompuesta endureciéndose hacia abajo. La arcilla había absorbido el agua filtrada desde la superficie, que no podía traspasar la roca basal situada a 150 cm.

Tipo de enterratorio: Fosa directa o posible túmulo de tierra. No se

pudo apreciar en los perfiles, bolsón de enterramiento o línea separatoria del túmulo, por lo removido y húmedo del terreno.

Colocación del cuerpo: Decúbito abdominal.

Estado del hueso: Muy frágil.

Objetos asociados: Además de los cerámicos y fragmentos anteriormente extraídos, fragmentos de ceramios (Fig. 1: e, f, h) situados sobre los pies. No aparecieron otros artefactos.

Cerámica: Consiste en nueve piezas relativamente completas y 36 fragmentos que sin duda, pertenecen a los tipos Aconcagua Salmón (Fig. 1: a, b, c, d, e, j, k, l), Aconcagua Pardo Alisado (Fig. 1: f, g, h) y Rojo engobado (Massone 1977): 2 fragmentos. Hay un notorio predominio del tipo Aconcagua Salmón (55.5% de las piezas), en especial las variantes Negro/Salmón y Blanco, Rojo y Negro/Salmón asociadas al Trinacrio. Enseguida viene el tipo Pardo Alisado (44.4%) con piezas de claro uso doméstico por las huellas de hollín que exhiben, y con manchas de reducción por cocción dispareja.

Resalta la presencia de un objeto cerámico que *no es recipiente* (Tabla 1, Fig. 1: i) de función desconocida y no descrito hasta ahora en la literatura arqueológica relacionada con el Complejo Aconcagua. Las características tecnológicas de su pasta y cocción indican su asimilación al tipo Pardo Alisado.

Los datos de manufactura del total de piezas rescatadas se presentan en las tablas 1 y 2.

Restos óseos humanos. En el análisis nos hemos ceñido a los procedimientos expuestos por Morel (1964) y Ortner y Putschar (1981).

El esqueleto 1 no pudo ser examinado, por cuanto quedó en poder

TABLA 2. Fragmentos cerámicos.

A. DECORADOS:

Forma probable	*Tipo*	*Decoración*	*Figura*
Plato	Aconcagua Salmón	Negro/Salmón exterior e interior.	1 j
Plato	Aconcagua Salmón	Negro-Blanco-Rojo/Salmón interior. Salmón exterior.	1 k
Olla o jarro	Aconcagua Salmón	Negro/Salmón exterior e e interior	1 l

B. NO DECORADOS:

Color superficial exterior e interior.

	Café	*Salmón*	*Negro*	*Engobe rojo*	*TOTAL*
Bordes	4	—	—	—	4
Paredes	23	2	2	2	29
TOTAL	27	2	2	2	33

del Servicio Médico Legal Santiago, siendo inhumado tiempo antes que hubiésemos obtenido su entrega.

El esqueleto 2 rescatado al fondo de la fosa sobre roca basal descompuesta, pertenecería a un subadulto entre 18 y 25 años, de acuerdo con las sinostosis de las suturas lamboídeas-1 y sagital 3-4 que presenta. Tiene además el tercer molar superior izquierdo totalmente formado, aunque no completamente erupcionado. El cráneo exhibe cierto aplanamiento occipital que corresponde a leve deformación pre o post-mortem y aunque no fue posible una reconstrucción completa, se trata de un braqui-cráneo.

La dentadura exhibe incisivos en pala, desgaste o abrasión horizontal leve, caries escasas, pérdida de dos incisivos inferiores post-mortem y manchas de color café oscuro sobre los mismos, atribuibles según Ortner y Putschar (1981: 456) al hábito de fumar tabaco. La fragmentación de los huesos largos y el deterioro de las apófisis impidieron obtener mediciones confiables de la estatura in vivo. Por la extensión del esqueleto en el sitio, correspondería a una talla mediana.

Las inserciones musculares marcadas, la forma de la clavícula y del atlas, el tamaño general de la pelvis, la forma y grosor del cráneo, indicarían pertenencia al sexo masculino.

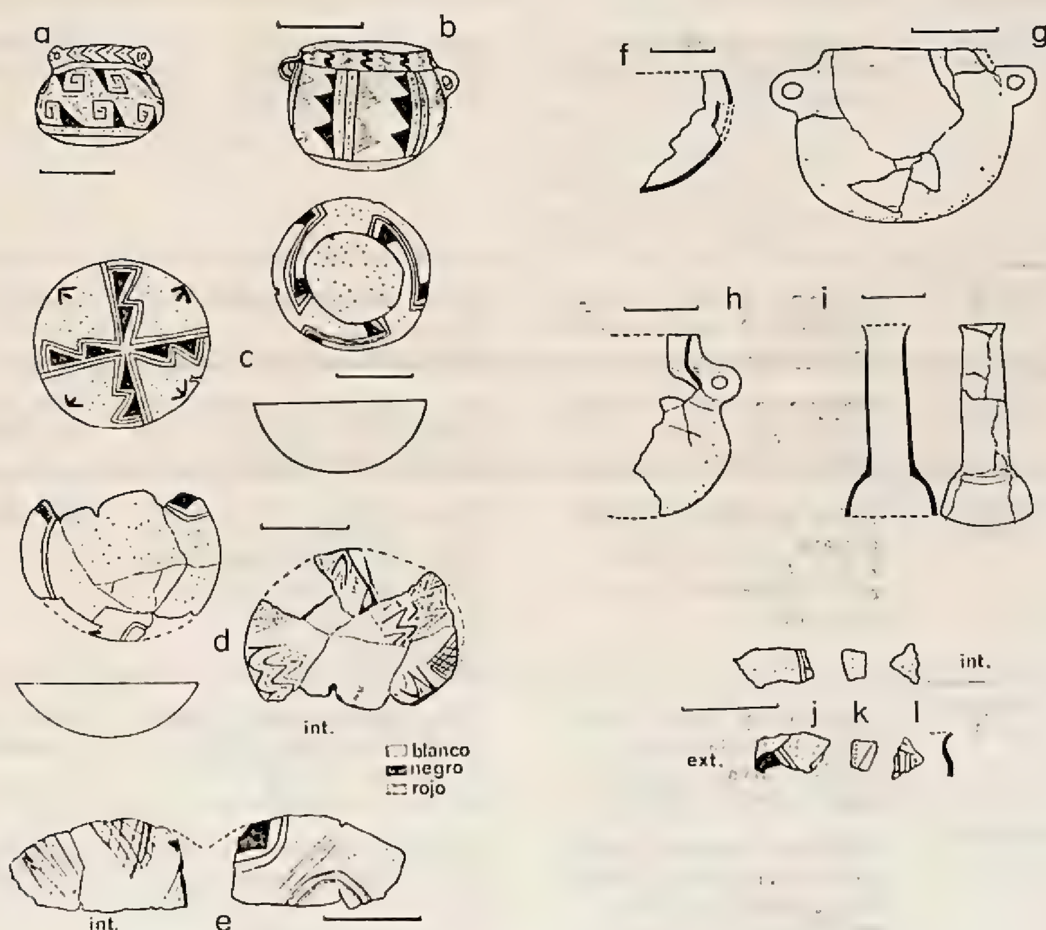


Fig. 1. Cerámica procedente de Villa Alemana -1. Trazo = 10 cm.

Tabla 1: Datos cer

FIG.	FORMA	DIMENSIONES	PASTA
a	OLLA SUBGLOBULAR, base cóncava, cuello evertido, 2 asas verticales opuestas de sección plana labioadheridas.	Altura 12,2 cm. Alt. inflexión cuello 10,3 cm. Alt. asas 10,5 cm. Diám. máx. cuerpo 14,5 cm. Diám. boca 10,5 cm. Ancho asas 2,2 cm. Grosor asas 0,7 cm. Grosor labio 0,4 cm.	Anaranjada. Antiplástico fino de arena.
b	OLLA GLOBULAR, base cóncava, borde recto, asas verticales opuestas, sección plana, cuerpo adheridas.	Altura 12,5 cm. Alt. asas 10,5, 9,3 cm. Diám. máx. cuerpo 13,5 cm. Diám. máx. 13,5 cm. Diám. mín. boca 12,5 cm. Ancho asas 0,7 cm. Grosor labio 0,4 cm.	Anaranjada. Antiplástico mediano a fino, de arena.
c	PLATO HEMISFERICO, base cóncava, paredes curvas, borde recto.	Altura 7 cm. Diám. máx. 20,5 cm. Grosor borde 0,5 cm.	Anaranjada. Antiplástico fino. Arena.
d	PLATO SUB-HEMISFERICO, base cóncava, paredes curvas, borde recto.	Altura 6,5 cm. Diám. máx. 23 cm. Grosor borde 0,5 cm.	Café rojizo. Antiplástico fino a mediano, arena.
e	TROZO DE PLATO HEMISFERICO, paredes curvas, borde recto.	Diám. máximo probable 22 cm. Grosor borde 0,5 cm.	Igual d
f	TROZO DE OLLA, cuerpo ovoidal, boca amplia, paredes curvas.	Diám. máximo probable 30 cm. Grosor borde 3,5 cm.	Café antiplástico fino de arena
g	OLLA GLOBULAR, base cóncava, borde recto, 2 asas cintas verticales cuerpo adheridas de sección oval.	Altura 21 cm. Altura asas 13,5 y 14 cm. Diám. máx. cuerpo 25,5 cm. Diám. máx. boca 19 cm. Ancho asas 2,7 cm. Grosor asas 1,4 cm. Grosor labio 0,5 cm.	Café antiplástico mediano a fino de arena
h	TROZO DE OLLA GLOBULAR, borde recto, paredes curvas, asa cinta vertical, cuerpo adh' rida.	Diám. boca máximo 22 cm. Grosor labio 0,4 cm. Ancho asa 3,4 cm. Grosor asa 1,3 cm.	Café antiplástico fino a mediano de arena
i	Cilíndrica compleja, borde recto en el extremo amplio, borde biselado y labio evertido en el extremo angosto. No es recipiente.	Altura 33 cm. Diám. extremo amplio 16,5 cm. Diám. extremo angosto 8 cm. Grosor extremo amplio 1 cm. Grosor extremo angosto 0,4 cm.	Café rojiza. Antiplástico fino a mediano de arena

ográficos.

COCCION	SUPERFICIE	DECORACION	CONSERVACION
Atmósfera oxidante. Manchas reducción en superficie externa.	Exter. pulida, Inter. alisada. Sin engobe interior. Engobe blanco exter. como base de la decoración.	N. R. B. sobre Salmón, línea negra perimetral del labio, banda de chevrones sobre asas y cuello alternando Rojo-Negro, círculo perimetral basal y del cuello, grecas emergentes del vértice de triángulos rellenos opuestos por vértices, alternancia de rojas y negras.	Bueno. Completa. Grecas rojas decoloreadas.
Atmósfera oxidante. Manchas reducción sup. basal externa	Exter. pulida c/. engobe blanco base decoración. Inter. alisado sin engobe	N. R. B. sobre Salmón, línea negra perimetral del labio, banda de líneas quebradas verticales sobre cuello y asas, alternando rojo-negro. Entre círculos perimetrales de cuello y base, franja dividida en 7 sectores por líneas verticales rojas y negras, aserrados rojo-negro unidos a líneas verticales.	Bueno, completa, leve saltadura del labio.
Atmósfera oxid. Núcleo levemente gris. Manchas grises reducc. superficial.	Exter. Inter. pulidos. Color pasta ambas superficies.	Línea negra perimetral del del borde, Trinacrio exterior, división cuatripartita por línea negra doble que encierra triángulos unidos por hipotenusa a línea negra. Negro decolorado hacia granate oscuro. Tridígitos negros unidos a línea perimetral del borde.	Fracturado y reconstruido faltan trozos del borde.
Atmósfera oxidante Manchas reducc. superf. externa, núcleo gris.	Exter. alisado, probable engobe rojizo, huellas de hollín, inter. engobado de blanco como base de la decoración.	Exter. muy borrado posible trinacrio. Inter. posible decoración estrelliforme; líneas rojas-negras alternadas en zig-zag; triángulos unidos al borde con reticulado inter. oblícuo de líneas rojas y negras. Línea perimetral del borde.	Muy fracturado. Reconstruido, faltan trozos.
Igual d	Igual d	——	Fragmento aislado.
Oxidante tendiendo a reducción. Núcleo gris a negro.	Exter. con huellas de hollín. Alisado escobillado, sin esgobe exter. o inter.	——	Incompleta, fragmento reconstruido.
Reductora. Núcleo café oscuro a negro.	Exter. e inter. alisado con huellas de hollín, sin engobe	——	Fracturada, fragmentos ausentes, reconstruida.
Oxidante tendiendo a reductora. Manchas de reducción parcial. Núcleo café oscuro a gris	Exter. e inter. alisado sin engobe, color natural de la pasta.	——	Fragmento reconstruido
Oxidante dispareja. Manchas de reducción.	Exter. e interior alisado sin engobe, color natural de la pasta. Sin hollín.	——	Fracturado y reconstruido

DISCUSION Y CONCLUSIONES

La forma y decoración de la cerámica mantiene estrecha relación con otros hallazgos procedentes del curso medio-inferior del río Aconcagua, en especial Quillota.

Aparte del neto predominio del tipo Aconcagua Salmón en sus diversas variantes, los motivos decorativos más notables que presenta (de factura algo descuidada) son aserrados o triángulos negros y rojos unidos a líneas verticales, que guardan similitud con elementos decorativos de María Pinto (Durán 1977, Fig. 15), Puangue (Medina 1882, Fig. 179) o los aserrados negros del tipo Animas II del Norte Chico, (Montané 1969: Figs. 2, 3). El motivo de grecas alternadas negras y rojas (Fig. 1), presente también en sitios cercanos: Olmué (Hermosilla 1984), Rautén (Oyarzún 1910), Ocoa (Latcham 1828), Quillota (Gajardo y Silva 1970), sugiere interacciones con la Cultura Diaguita Chilena en tiempos pre o decididamente incaicos, como sostienen varios autores.

Latcham en la obra señalada, muestra ceramios Diaguita con este motivo geométrico casi idéntico a Villa Alemana, rescatados en el área Atacama-Coquimbo (Lám. XIII) y en el valle del río Choapa: Chellepín (Lám. XVII, Fig. 5, Lám. XX) e Illapel (Lám. XLIII).

Ambos motivos geométricos son compartidos por varios complejos tardíos y tienen carácter co-tradicional en el Area Meridional Andina, con una existencia posterior a la influencia Tiwanaku, donde habría que buscar su origen. Otro rasgo notable es el reticulado pintado al interior de platos (Fig. 1: d, e), correlacionable con la cerámica procedente de Piguchén, Olmué, El Palomar, Campiche, Vichiculén, perteneciente al tipo Trícomo Engobado (Massone 1977).

Estos elementos de la cerámica rescatada configurarían la pertenencia del contexto funerario al Complejo Aconcagua, señalándole una temporalidad relativa desde el momento anterior a la expansión incaica a Chile Central, hasta tiempos coloniales tempranos. La estrecha relación con el valle de Quillota, dentro del tiempo señalado, estaría también avalada por antecedentes etnohistóricos (Arch. Real Audiencia 429) que muestran a caciques de ese lugar poseyendo tierras en el valle de Quilpué desde tiempos prehispanos, y la conocida participación de indígenas de Quillota y Aconcagua en faenas auríferas en Marga Marga, durante la dominación incaica e hispánica temprana. El yacimiento está ubicado en terreno plano, en la zona de antiguos placeres auríferos entre los esteros de Quilpué y Marga-Marga, cerca de donde otras fuentes documentales sitúan "Tambillos del Inca" y el trazado de una vía desde Quillota hacia Acuyo (Casablanca) (Actas Cabildo de Santiago, Archivo Real Audiencia, Plano área de Limache 1610 en Archivo Nacional). Por lo tanto, el enterratorio pudiera estar más relacionado con un asentamiento vinculado a la minería y al camino incaico, que a uno agrícola o ganadero, dado la sequedad y esterilidad de las tierras (actual estepa de *Acacia caven*), excepto quizás en invierno cuando había alguna cantidad de pastos útiles para las llamas o guanacos.

También es evidente la correlación entre este yacimiento y lo descrito

por Fonck en "El Sauce", tratándose aparentemente del mismo sitio.

Integrando el contexto rescatado aparece un artefacto cerámico (Fig. 1: i) que *no es recipiente* y cuya forma es absolutamente atípica y desconocida para los contextos Aconcagua. Su no descripción hasta ahora en otros contextos arqueológicos de Chile Central pudiera indicar que, o es un elemento decididamente intrusivo o es sumamente específico innovador de los patrones fúnebres Aconcagua conocidos.

Este objeto plantea también problemas de funcionalidad y origen, que por la información actualmente disponible sobre el complejo Aconcagua no es posible aclarar aún.

Las características generales del enterratorio, sea que corresponda a un túmulo destruido por el trabajo agrícola y la urbanización o a una fosa directa, obedecen al patrón funerario conocido. Si se trata del primer caso, los cuerpos encontrados serían los más antiguos de la estructura.

Resumiendo, podemos decir que: se ha encontrado accidentalmente en el valle de Quilpué, entre los esteros de Quilpué y Marga Marga un enterratorio doble asociado a cerámica Aconcagua. Las correlaciones culturales señalan una estrecha correspondencia con los sitios y la población Aconcagua de los valles de Quillota y Limache. Temporalmente se ubica en el Período Tardío, desde antes de la presencia incaica directa hasta inicios del Período Colonial.

El hallazgo formaría parte de un cementerio más amplio ya muy destruido y estaría relacionado con un posible centro habitacional cercano no ubicado, vinculado tal vez con los lavaderos auríferos de Marga-Marga. El sitio sería el mismo descrito brevemente por Francisco Fonck en 1910.

Agradecimientos: A don Augusto Montané que comunicó el hallazgo y a Investigaciones de Quilpué que entregó la mayoría de los ceramios. A la familia Cabrera de Villa Alemana, a los profesores Sres. J. Silva, G. Reyes, C. Henríquez y J. Rodríguez por su cooperación en el salvataje. A los directivos del Museo de la Sociedad F. Fonck y al Prof. Jorge Silva por las sugerencias al manuscrito.

REFERENCIAS

DURAN, E. 1977. El yacimiento de María Pinto. Actas VII Congreso de Arqueología Chilena. **1**: 161-175.

FIGUEROA, H. 1982. Carta Geomorfológica de la V Región en: Avance Atlas Regional V Región. Rev. Geográfica de Valparaíso. **13**: 64-65.

FONCK, F. 1910. La región prehistórica de Quilpué y su relación con la de Tiahuanacu. 53 pp. Valparaíso.

GAJARDO, R. y J. SILVA. 1970. Notas sobre la arqueología de Quillota. Excavaciones en el estadio. An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso. **3**: 203-236.

HERMOSILLA, N. 1983. Una sepultura del Complejo Aconcagua en la plaza de Olmué. Clava **2**: 9-56.

LATCHAM, R. 1928. La alfarería indígena chilena. 233 pp. LVI lám. Santiago.

MASSONE, M. 1977. Aconcagua Rojo Engobado, un tipo cerámico del Complejo Cultural Aconcagua. Actas VII Congreso de Arqueología chilena **1**: 247-260.

MEDINA, J. T. 1882. Los Aborígenes de Chile. Stgo.

MONTANE, J. 1969. En torno a la cronología del Norte Chico. Actas V Congreso de Arqueología chilena: 167-184. La Serena.

MOREL, P. 1964. La antropología física. Eudeba. Buenos Aires.

ORTNER, D. y W. PUTSCHAR. 1981. Identification of pathological conditions in Human Skeletal Remains. Smithsonian Contributions to Anthropology. 28. Washington.

OYARZUN, A. 1910. Contribución al estudio de las influencias de la civilización peruana sobre los aborígenes de Chile. Bol. Mus. Nac. de Chile II Nº 1: 3-37.

PINO, M. y J. VARELA. 1977. Aplicación del método de datación por hidratación de obsidiana al sitio arqueológico de laguna Tagua-Tagua. Actas VII Congreso de Arqueología chilena **1**: 25.

QUINTANILLA, V. 1982. Carta fitogeográfica V Región. Rev. Geográfica de Valparaíso. **13**: 66-67.

RAE. 1970. Diccionario de la Lengua Española. Real Academia Española de la Lengua. 19ª Edic. Madrid.

EL GENERO *SENNA* (K. BAUHIN) P. MILLER (FAM. CAESALPINIACEAE) EN CHILE.

OTTO ZOELLNER y CRISTINA SAN MARTIN

ABSTRACT: The genus *Senna* (K. Bauhin) P. Miller (former name: *Cassia L.*) belongs to the Caesalpinaceae family and the species are widely spread in tropical and subtropical climates. In Chile the *Senna* species can be observed from the utmost province in the North (I Región) to the IX Región (Valdivia).

Recently Irwin and Barneby (1982) published a revision of all American species of *Senna* including the Chilean ones. These authors based their key specially upon the androecium, pods, seeds and areoles and changed most of the names of the Chilean species, but these authors did not consider several ones.

In this study the names imposed by Irwin and Barneby were maintained in most of the cases and all species omitted by the cited revision were described and drawn.

The key was established especially on pods, seeds, areoles of seeds and on the relation of seed to the intersepts. On base of this investigation there are 16 species in Chile. Each species is described and drawn with a pattern of its leaf, its pod and its seed and an additional map informs about the distribution of the genus *Senna* in Chile.

El género *Cassia* pertenece a la familia Caesalpiniaceae, fue creado por Linneo (1753), comprende alrededor de 500 especies, siendo así, uno de los géneros más numerosos de las Leguminosas, se distribuye preferentemente en regiones tropicales y subtropicales de todos los continentes (Engler, 1964).

En 1822, *Cassia* fue elevado al nivel de tribu por Bronn. Ultimamente, Irwin y Barneby (1982) proponen una nueva ordenación de esta tribu. basándose en caracteres vegetativos y reproductivos, estableciendo así, 5 subtribus para América: Ceratoniinae, Dailiinae, Duparquetiinae, Labicheinae y Casiinae, esta última abarca 3 géneros que según la clave se diferencian de la siguiente manera:

1 Filamentos de los estambres abaxiales encorvados sigmoidalmente, varias veces más largos que sus anteras, éstas dorsifijas, abriéndose por dehiscencia longitudinal. Fig. 1. 1.- *Cassia*

1 Filamentos de los estambres abaxiales rectos o suavemente encorvados, de un largo no superior a 2 veces el de las anteras, éstas basifijas y abriéndose por poros apicales.

2 Androceo zigomorfo, con 3 estambres adaxiales estériles pequeños, 4 estambres centrales medianos, fértiles y 3 (2) abaxiales largos, fértiles; legumbre dehiscente o indehiscente, rígida; nectarios extraflorales entre uno o más pares de hojuelas. Fig. 1. B.-*Senna*

2 Androceo actinomorfo con 10 estambres en 2 verticilos, que varían su longitud desde los abaxiales a los adaxiales; legumbre dehiscente por enrrollamiento de sus valvas; glándulas nectarias extraflorales ausentes. 3.- *Chamaecrista*

Lab. Fanerogamia. Instituto de Biología. Universidad Católica de Valparaíso. Casilla 4059, Valparaíso, Chile.

En Chile, de acuerdo a los caracteres anteriormente mencionados, el género presente, corresponde exclusivamente a Senna. Este, fue estudiado por Gay (1846), determinando 15 especies, las que agrupa en 3 secciones, según la presencia y cantidad de glándulas entre los pares de folíolos. Posteriormente, Philippi (1860, 1864, 1865, 1872 y 1893), describe 13 especies nuevas para el territorio nacional. En 1898, Reiche elabora una clave basada al igual que Gay, en el número de glándulas entre los folíolos, pero incluye aspectos, tales como, presencia y forma de las estípulas, número de folíolos, grado de pubescencia, tipo de inflorescencia, incluyendo así, a 21 especies, señalando a 5 de ellas, como dudosas. En 7 de ellas, no describe el fruto.

Considerando la gran variabilidad de frutos y semillas de este género, conjuntamente con la persistencia del material en el tiempo, el presente trabajo tiene por objeto confeccionar una clave basada, fundamentalmente, en caracteres morfológicos y estructurales de frutos y semillas, y a la vez, sinonimizar a las especies según la nomenclatura establecida por Irwin y Barneby (1982). También se describe e ilustra cada una de las 16 especies y su distribución a lo largo de Chile.

MATERIALES Y METODO

La zona muestreada, comprende lugares entre Arica y Valdivia, incluyendo litoral y cordillera, lo que se realizó entre 1977 y 1984.

El material colectado, fue herborizado y posteriormente, analizado siguiendo métodos clásicos para los estudios taxonómicos. Además del material colectado, fueron revisados los tipos de *Senna,* que se encuentran en el Museo de Historia Natural de Santiago, y la amplia colección incluida en el Herbario del Departamento de Botánica de la Universidad de Concepción, Chile.

Para la elaboración de la clave, se consideran aspectos morfológicos y anatómicos de frutos y semillas, y algunas estructuras vegetativas.

Descripción del género Senna.

Senna (K. Bauhin) P. Miller, Gard. Dict. Abr. ed. 4, vol. 3.1754.

Senna sensu Gaertner, Fruct. sem. pl. 2:312-146. Fig. 4.1791.

Cassia sect. Senna sensu Bentham in Bentham y Hooker, Gen. Pl.1(2): 139.1865.

Inflorescencias racemosas axilares o terminales, sobrepasando o no la región vegetativa, con número variable de flores, 1 a muchas, glabras o pubescentes; flores hermafroditas, zigomorfas, pentámeras, con receptáculo levemente cóncavo; cáliz con 5 sépalos libres, graduados, 3 interiores más largos y obtusos, 2 exteriores más cortos, lanceolados, lanceolado-elípticos o aovados, imbricados, en algunas especies pubescentes por el dorso, de color verde anaranjado, recorridos por 3-5 nervios principales que nacen desde la base, de color morado; corola con 5 pétalos libres, mayores que el cáliz obovados, elípticos o unguiculados, alternos a los sépalos, con prefloración imbricada ascendente, el pétalo vexilar cubre a los estaminodios, pétalos anaranjados, recorridos por 3-5 nervios que nacen desde la base; androceo formado por 10 estambres (9), en 2 series 5+5, los externos episépalos y los internos epipétalos, 3 adaxiales corresponden a estaminodios y 7 (6) fértiles,

con anteras basifijas, glabras o pubescentes, que se distribuyen en dos grupos, 4 medianos centrales y 3 (2) abaxiales largos, con filamentos rectos, mayores que las anteras, anteras algo arqueadas, tecas abriéndose por poros; gineceo formado por un pistilo, glabro o pubescente en el ovario y parte inferior del estilo, ovario estipitado, estilo filiforme, arqueado, estigma capitado o dilatado; legumbre indehiscente o dehiscente por suturas, recta o arqueada, cilíndrica o lateralmente comprimida, con las suturas prominentes, ambos extremos aguzados en rostros rectos o curvados, valvas rígidas, no se enrollan elásticamente, con superficie glabra hasta pubescente, de color castaño claro a negruzco, reticulada o lisa, valvas generalmente hundidas entre las semillas, 5-25 semillas uniseriadas, insertas en la sutura ventral; semillas de forma variada, aovadas, ovoides, rectangulares, lenticulares o semilenticulares, por lo general, aplanadas lateralmente, con o sin aréola, superficie lisa o irregular, brillante u opaca, castaño negruzca a olivácea, funículo filiforme, hilo desplazado lateralmente, disponiéndose en el fruto con la cara ancha hacia las valvas o perpendicular a ellas, a veces, separadas entre sí, por septos interseminales completos o incompletos.

Arboles bajos o arbustos con ramas rectas o extendidas, cilíndricas, leñosas, con ramificación basal abundante o un único eje ramificado, ramas con pubescencia variable, corteza lisa.

Hojas alternas, compuestas, paripinnadas, 1-12 pares de folíolos isomorfos (excepción *S. cumingii*), persistentes, peciolulados, lanceolados, filiformes, ovalados, obovados, de base asimétrica, ápice agudo hasta romo, a veces emarginado, folíolos membranosos a semicoreáceos, glabros o con pubescencia variable, extendidos o plegados. Una glándula nectaria extrafloral entre el ínfimo, varios o todos los pares de folíolos (*), de variadas formas, ovoide, globosa, faloide, claviforme o filiforme, con o sin pedicelo. Dos estípulas herbáceas, filiformes, aleznadas, laminares u ovaladas, caedizas o persistentes.

En Chile, este género se distribuye desde la I Región (lat. 16º S) hasta la IX Región (lat. 39º 30' S), tanto en zonas costeras como en la Cordillera Alta (3.500 m.).

En relación a la composición química de estos vegetales, se han hecho análisis de 3 especies (Pacheco et al. 1977); *S. stipulacea, S. spp.* y *S. frondosa,* encontrando en la corteza y semilla sustancias astringentes. Las hojas tienen efecto de purgante.

Estos vegetales no son comidos por el ganado caprino, es recomendable su plantación para evitar la erosión, especialmente, en el Norte Chico y la Zona Central.

CLAVE DE ESPECIES DEL GENERO SENNA

1 Fruto dehiscente; semillas mayores de 6 mm. de largo, folíolos membranosos; con el haz lustroso en estado fresco; crece en lugares boscosos cercanos a la costa, entre las latitudes S. 30º 30' (Fray Jorge) y S 40º (Valdivia).

* Su función es atraer a los insectos polinizadores.

2 Semillas dispuestas en el fruto con la cara ancha hacia las valvas; folíolos con ápice agudo; en hojas viejas los folíolos están, generalmente, doblados hacia abajo; estípulas laminares; éstas mayores de 1 cm. de largo y de 1 cm. de ancho.

3 Semilla lenticular; hojas con 7-9 pares de folíolos; crece al Sur del río Bío Bío.

1.— *S. stipulacea* var. *stipulacea*

3 Semilla ovalada; hojas con 5-6 pares de folíolos; crece desde el Norte del río Bío Bío hasta la zona de Fray Jorge. °

2.— *S. stipulacea* var. *anglorum*

2 Semillas dispuestas en el fruto con la cara ancha hacia los septos interseminales; estípulas aleznadas; folíolos generalmente extendidos.

4 Semilla oblongo-elíptica; folíolos de hasta 5 cm. de longitud; crece en la Cordillera de la Costa en la provincia de Valparaíso, entre los 800-1.000 m. de altura.

3.— *S. cruckshanksii*

4 Semilla lenticular; hilo desplazado lateralmente; folíolos de hasta 1,5 cm. de largo; crece en la Cordillera de Los Andes en la provincia de Ñuble, entre los 800-1.000 m. de altura.

4.— *S. foliosa*

1 Fruto indehiscente; semillas menores de 6 mm. de largo; folíolos semicoreáceos; con haz y envés opacos; crece en regiones áridas y semiáridas desde la zona Central hasta el extremo Norte de Chile.

5 Semillas dispuestas en el fruto con la cara ancha hacia las valvas.

6 Legumbre generalmente doblada sobre sí misma; un par de folíolos; crece en valles costeros del extremo Norte de Chile.

5.— *S. brongniartii*

6 Legumbre recta; más de un par de folíolos.

7 Legumbre color castaño claro; aplanada lateralmente; de 0,8-1,2 cm. de ancho.

8 Semilla sin aréola.

9 Semilla piriforme; hojas con 9-12 pares de folíolos; éstos no más largos que 1,3 cm.; crece en el extremo Norte de Chile, entre 2.500-3.500 m. de altura.

6.— *S. birostris var. arequipensis*

9 Semilla ovalado-rectangular; hojas con 7-8 pares de folíolos; éstos de hasta 2,5 cm. de largo; crece en la zona litoral del Norte de Chile.

7.— *S. paposana*

8 Semilla con aréola; crece en las laderas orientales de la Cordillera de la Costa en la zona Central.

8.— *S. huidobriana*

7 Legumbre de color castaño oscuro; poco aplanada lateralmente; de 0,6-0,7 cm. de ancho.

10 Semilla lenticular.

11 Semillas menores de 5 mm. de ancho; suavemente areoladas; hojas heteromorfas; folíolos no mucronados; crece entre los valles de Elqui y Huasco.

9.— *S. cumingii*

11 Semillas mayores de 5 mm. de ancho; no areoladas; con ambas caras suavemente convexas; hojas con folíolos isomorfos; mucronados; crece en el interior de los Valles Transversales, desde el río Limarí hasta el río Choapa entre los 800-1.200 m. de altura.

10.— *S. alcaparra*

10 Semilla oblongo-elíptica hasta obovada.

12 Semilla areolada; folíolos con ápice agudo.

13 Semilla ovalada; folíolos angostamente lanceolados, arqueados; aréola de la semilla poco profunda; crece desde la zona costera de Taltal hasta el río Huasco.

11.— *S. acuta*

13 Semilla piriforme; folíolos ovalados; aréola profunda y abrupta; crece en la Cordillera Alta, entre los 1.000-1.500 m. de altura, desde el río Huasco hasta el río Elqui.

12.— *S. urmenetae*

12 Semilla no areolada; folíolos con ápice emarginado; crece entre las latitudes 29° S. y 32 ° S, cercana a la costa.

13.— *S. coquimbensis*

5 Semillas dispuestas en el fruto con la cara ancha hacia los septos interseminales.

14 Legumbre cilíndrica, arqueada; castaño rojiza; semilla piriforme; crece en la zona costera de Chile Central.

14.— *S. candolleana*

14 Legumbre aplanada lateralmente; bicarennada; plomiza; semilla de otra forma.

15 Semilla ovoide; legumbre de hasta 0,8 cm. de ancho; folíolos, pecíolos y raquis tomentosos; una glándula nectaria extrafloral escutiliforme entre todos los pares de folíolos; con distribución discontinua en Chile.

15.— *S. multiglandulosa*

15 Semilla lenticular; legumbre de hasta 1,5 cm. de ancho; estructuras vegetativas escasamente pubescentes; glándula nectaria extrafloral cónica entre el ínfimo par de folíolos, a veces, una glándula filiforme entre el segundo par de folíolos; crece en la Cordillera Alta entre las latitudes 32º S. y 37º S., entre los 1.500-2.500 m. de altura.

16.— *S. arnottiana*

1.—*Senna stipulacea* (Aiton) Irw. et Barneby var. *stipulacea,* Mem. New York Bot. Gard. 35: 336.1982.

Cassia stipulacea Ait., Hort. Kew. 2:52.1789., Gay, Hist. Fís. y Pol. de Chile. 2:241.1854.
Cassia stipulacea Willdenow, Enum. pl. hort. bot. Berol., Suppl. 23.1813.
Cassia foetida R. et Pav. ex G. Don., Gen. Hist. Dichl. 2:443.1832.
Cassia stipulacea sensu Vogel in Syn. Gen. Cass. 1837.
Cassia frondosa sensu Clos in Gay 2:239.1854, Reiche, Fl. Chile. 2:36.1897.

Arbusto con ramas rectas de 2,0-4,0 m. de altura, con las ramas superiores pubescentes, las ramas nuevas con los folíolos extendidos, en las ramas viejas, las hojuelas se encuentran dobladas hacia abajo, con el ápice dirigido hacia el tallo; hojas de 8,0-14,0 cm. de longitud, pecíolos de 2,0 cm., con 7-9 pares de folíolos; folíolos membranosos, lanceolados, con los márgenes suavemente doblados hacia el envés, de ápice agudo y base redondeada, desigual, folíolos de 2,0-4,0 cm. de largo y 0,8-1,2 cm. de ancho, peciolulados, la nervadura secundaria es poco notoria en ambas caras, el haz es verde oscuro y el envés verde claro; una glándula nectaria extrafloral entre cada una de las dos ínfimas parejas de folíolos, cónica, pedicelada, negruzca, de hasta 2 mm. de largo; estípulas laminares, ovaladas, con ápice agudo, pubescentes, de 1,5 cm. de largo y hasta 1,0 cm. de ancho. Inflorescencias en racimos que no sobrepasan la región vegetativa, dos brácteas herbáceas en la base; cáliz con 5 sépalos libres, de ellos 3 son de mayor tamaño, pubescentes en el dorso, corola con 5 pétalos libres, imbricados, el exterior emarginado, corola anaranjado-rojiza, androceo de 10 estambres, 3 abaxiales con anteras levemente arqueadas y filamentos de 3,0-5,0 mm. de largo, 4 estambres medianos con filamentos de 2,5-3,0 mm. de longitud y 3 estaminodios, cortos; pistilo encorvado, corto, pubescente; legumbre oblonga, comprimida lateralmente, con las suturas agudas, los extremos aguzados bruscamente, terminando en rostro persistente, valvas levemente hundidas entre las semillas, legumbre dehiscente, de 4,0-5,0 cm. de largo y entre 1,5-2,0 cm. de ancho, valvas castaño grisáceas, hasta 8 semillas por fruto; semilla lenticular, con el extremo calazal redondo y el hilar poco saliente, semilla negra brillante, de 6,5 mm. de largo y hasta 6,0 mm. de ancho, se dispone en el fruto con la cara ancha hacia las valvas.

Crece en el sotobosque, en lomajes boscosos o matorrales que se extienden a los pies de la Cordillera de la Costa, desde Valdivia a Ñuble.

Material revisado por localidades:

Dichato (CONC 4800), Hualpén (CONC 11153), Cerro Caracol (CONC 4120), Boca del río Bío Bío (CONC 3559), Lago Budhi (ZOELLNER 7352), Niebla (ZOELLNER 3710).

2.—*Senna stipulacea* (Aiton) Irw. et Barneby var. *anglorum,* Irw. et Barneby, Mem. New York Bot. Gard. 35:336.1982.

Cassia stipulacea sensu Hooker, Bot. Miscell. 3(2): 210.1829.
Cassia myrtifolia Phil. ex Sched., Reiche, Fl. Chile. 2:36.1897.

Arbusto con ramas rectas, de 1,0-2,0 m. de altura, ramas rígidas y pubescentes en las zonas superiores, las inferiores, glabrescentes, ramas ramificadas en ángulos agudos; hojas membranosas, de 6,0-10,0 cm. de largo, con 4-6 pares de folíolos aovados hasta lanceolados, con ápice agudo, margen liso enroscado hacia el envés, la nerviación secundaria es prominente en ambas caras, folíolos peciolulados, en vegetales maduros haz barnizado, lo que se pierde en la desecación, haz verde oscuro y envés verde claro; folíolos de 2,0-4,5 cm. de largo y entre 0,7-1,5 cm. de ancho; una glándula nectaria extrafloral entre el ínfimo par de folíolos, cónica, pedicelada, de 3 mm. de alto; estípulas membranosas, anchamente aovadas con ápice agudo, pubescentes en ambas caras, de 2,5 a 3,0 cm. de largo y hasta 2,0 cm. de ancho; flores reunidas en inflorescencias racemoso cimosas, no sobrepasando la región vegetativa, con dos brácteas membranosas en la base, estas lanceolado-rómbicas, pubescentes, de 5,0-6,5 mm. de longitud; cáliz con 5 sépalos, 3 mayores y 2 menores, 5 pétalos libres, oblongos, anaranjado-rojizos, glabros; androceo de 10 estambres, 3 inferiores con anteras arqueadas, filamentos de hasta 2,5 mm. de largo, 4 estambres medianos con filamentos de 2,0 mm. de largo y 3 estaminodios, cortos; gineceo falsiforme, en un ginopodio de 0,5 mm. de largo, ovario pubescente, estilo con pequeñas contricciones a su largo; fruto dehiscente, rectangular, acuminado abruptamente en ambos extremos, de 6,0-7,0 cm. de largo y entre 1,2-1,5 cm. de ancho, aplanado lateralmente, con valvas levemente hundidas entre las semillas, con 8-10 semillas; semilla rectangular, angostándose hacia el extremo hilar, semilla sin aréola, con el extremo calazal plano, el extremo hilar desplazado lateralmente, semilla castaño negruzca, de hasta 1 cm. de largo y 0,7 cm. de ancho, se dispone en el fruto con la cara ancha hacia las valvas.

Crece en valles boscosos y matorrales húmedos a lo largo y cerca de la Costa de Chile Central, generalmente hasta los 900 m. de altura, desde la IV a la VII Región.

Material revisado por localidades:

Fray Jorge (ZOELLNER 11861), Talinay (ZOELLNER 1805), Silla del gobernador (ZOELLNER 5180), Zapallar (ZOELLNER 6632), Concón (ZOELLNER 6635), Reñaca (ZOELLNER 11765), Valparaíso (CONC 54569), Colchagua (CONC 23033), Llico (CONC 54526).

3.—*Senna cruckshanksii* (Hook.) Irw. et Barneby, Mem. New York Bot. Gard. 35:330.1982.

Cassia cruckshanksii Hooker et Arnott. ex Hooker, Bot., Miscel. 3 (2): 210.1829.

Cassia cruckshanksii sensu Clos in Gay, Hist. Fís. y Pol. Chile. 2:242.1846.

Cassia campanae Phil. Anal. Univ. Chile 84:439.1893.

Cassia confusa var. *campanae* Phil. Anal. Univ. Chile 98:302.1894., Reiche, Fl. Chile. 2:37 1897.

Arbusto de 1,0-1,5 m. de altura, con las ramas rectas, cilíndricas, surcadas, pubescentes, con pelos inconspicuos; hojas de 8,0-13 cm. de largo, con 4-5 pares de folíolos, folíolos membranosos, oblongo-elípticos, extendidos, con ápice obtuso o emarginado, base asimétrica, haz y envés verde glauco, escasamente pilosos, haz brillante, folíolos de hasta 4 cm. de largo y entre 1,5-2,0 cm. de ancho; una glándula nectaria extrafloral entre los 3 ínfimos pares de folíolos, filiformes, pedicelada, aguzándose en el ápice, glabra, de 3 mm. de alto y hasta 0,6 mm. de ancho; estípulas submembranosas, aleznadas, caducas, levemente pubescentes; inflorescencias racemosas axilares, sobrepasando la región vegetativa, con 2 brácteas herbáceas, lanceoladas; sépalos 5,3

mayores y 2 menores, pétalos desiguales, imbricados, androceo con 3 estambres abaxiales, largos, 4 estambres medianos y 3 estaminodios cortos, ovario delgado, pubescente o glabro, estilo encorvado, ovario con 9-11 óvulos; legumbre dehiscente, recta, pedunculada, lateralmente aplanada, con valvas papiráceas, reticuladas, angostándose bruscamente en ambos extremos, de color castaño grisáceo; semillas oblongo-elípticas, aplanadas lateralmente en forma suave, con el extremo calazal redondeado y el hilar levemente desplazado hacia el lado de 0,2 cm. de ancho y hasta 0,8 cm. de largo, de superficie lisa, castaño claro, en el fruto las semillas se disponen con la cara ancha hacia las valvas, semillas sin aréola.

Crece en cerros boscosos entre los 500-1.000 m. de altura, en la Cordillera de la costa. Es una especie escasa, se encontró en pocos lugares de la V Región (Cerro La Campana, Marga Marga).

Material revisado por localidades:

Cerro La Campana (ZOELLNER 12003), Cerro La Campana (SGO 059688), Valle Marga Marga (CONC 24346), Quilpué (CONC 3088).

4.—*Senna foliosa* (Phil.) Zollner et San Martín.

Cassia foliosa Phil., Linnaea 33:61.1864-65, Reiche, Fl. Chile. 2.39.1897, Irw. et Barneby, Mem. New York Bot. Gard. 35:55.1982.

Arbusto erecto que crece hasta 2,0 m. de altura, con ramas estriadas, hojas de 5,0-6,0 cm. de largo, pecíolo de hasta 1,5 cm. de largo, hojas con 7-9 pares de folíolos; folíolos elípticos, cortamente peciolulados, membranosos, ápice agudo, margen encrespado hacia el envés, de 4,0-6,0 mm. de ancho y 1,0-1,4 cm. de largo, folíolos de color verde claro, lustrosos; una glándula nectaria extrafloral cónica entre cada uno de los 2 ínfimos pares de folíolos; inflorescencias racemosas que alcanzan el largo de la región vegetativa, 2 brácteas lanceoladas, caedizas; cáliz de 5 sépalos libres, 3 mayores y 2 menores, pubescentes en el dorso, corola de 5 pétalos anaranjados, androceo formado por 3 estambres abaxiales largos, con anteras suavemente encorvadas, 4 estambres medianos y 3 estaminodios cortos; legumbre dehiscente, recta, con márgenes agudos, con las valvas lateralmente comprimidas, amarillo-oliváceas, fruto de hasta 10 cm. de largo y entre 1,0-1,5 cm. de ancho, contiene entre 10-15 semillas; semillas lenticulares, con aréola suavemente hundida en una de las caras, de superficie lisa, algo brillante, castaño oscura, hilo desplazado lateralmente, semillas de hasta 6 mm. de largo y 5 mm. de ancho, se disponen en el fruto con la cara ancha hacia los septos.

Especie encontrada en los sotobosques, en el Valle del río Diguillín (prov. Ñuble) al pie de la Cordillera Alta a 800 m.s.n.m.

Material revisado por localidades:

Valle Diguillin-Los Cipreses (CONC s/n.).

5.—*Senna brongniartii* (Gaudichaud) Irw. et Barneby, Mem. New York Bot. Gard. 35:322. 1982.

Cassia brongniartii Gaudichaud, Voy. Bonite, Bot., Atlas t. 10.1841.

Cassia misera Phil. Linnaea 33:60.1864., Fl. Atac. 94:17.1868.

Cassia misera sensu Reiche, Fl. Chile. 2:35.1897.

Cassia brongniartii sensu I. Johnston Contrib. Gray Herb., new ser. 85:47,149.1929.

Arbusto bajo, algo esférico, poco hojoso, con los tallos viejos de color castaño oscuro, las ramas erectas, cilíndricas, alcanzando hasta 50 cm. de al-

tura, ramas glabras, tallos nuevos, botones florales y hojuelas nuevas pubescentes, con pelos blanquecinos de 0,3-0,5 mm. de largo; hojas de 2,5-5,0 cm. de largo, el pecíolo de 0,13-0,33 cm. de longitud, un par de folíolos, éstos anchos, aovados, de 11-24 mm. de largo y entre 5,0-15 mm. de ancho, ápice obtuso hasta emarginado, base desigual, anchamente cuneada, folíolos semicoreáceos, nerviación principal prominente en el envés; una glándula nectaria extrafloral entre los folíolos, subulada o fusiforme, estipitada o subsésil, de 2,0 mm. de altura; estípulas submembranosas, filiformes, erectas, de 0,6-2,6 mm. de largo; racimos paucifloros, con 2-3 flores, flores ascendentes, pedunculadas, con 2 brácteas basales linear-lanceoladas, caducas; sépalos obovados, pétalos de color anaranjado en estado fresco, posteriormente amarillo pálido, glabros; androceo con 6 estambres funcionales y 3 estambres adaxiales estaminodios, 2 abaxiales de 2,5-4,5 mm. de largo, falta un estambre abaxial central, 4 estambres medianos, las anteras se abren por rajaduras longitudinales; ovario piloso, estilo filiforme, con 10-16 óvulos; legumbre divaricada, con pedicelo ascendente, indehiscente, plano comprimida, doblada sobre sí mismo, de 3,5-6,0 cm. de largo y entre 0,7-0,9 cm. de ancho, legumbre con valvas papiráceas, castaño-grisáceas, poco elevadas sobre las semillas, poco pubescentes, reticuladas; semillas oblongo, obovoide o piriforme, algo comprimidas lateralmente, de 3,6-4,7 mm. de largo y entre 2,0-3,5 mm. de ancho, el extremo hilar marcadamente saliente, semilla de color castaño oliváceo, opaca, con aréola circular o elíptica abruptamente hundida, se disponen en el fruto con la cara ancha hacia las valvas.

Crece en laderas rocosas áridas o en lechos secos desérticos, entre 100-1100 m. de altura, en laderas cercanas a la costa, entre Iquique y Taltal.

Material revisado por localidades:

Tocopilla (CONC 46594), Cobijas (CONC 9514), Taltal (CONC 23041), Antofagasta (CONC 55883).

6.—*Senna birostris* (Vogel) Irw. et Barneby var. *arequipensis* (Vogel) Irw. et Barneby, Mem. New York Bot. Gard. 35:342.1982.

Cassia arequipensis Vogel, Syn. Gen. Cass. 43.1837.

Cassia tarapacana Phil. Anal. Mus. Nac. Chile Bot. 2:20.1891., Reiche, Fl. Chile. 2:38.1898.

Arbusto de hasta 1,5 m. de altura, con ramas nuevas densamente pubescentes, pelos derechos, grisáceos, de 1 mm. de largo; hojas angostas lineares, de hasta 10 cm. de largo, pecíolo corto de 0,5 cm., raquis surcado en la parte superior, hoja compuesta por 9-12 pares de folíolos, obovados, cortamente peciolulados, con ápice romo, base asimétrica, pubescentes en haz y envés, de consistencia semicoreácea, color oliváceo, folíolos de 0,5-1,2 cm. de largo y entre 5,0-6,0 mm. de ancho; una glándula nectaria extrafloral filiforme entre los 2 primeros pares de folíolos, pedicelada, la mitad inferior pubescente, de color negro; inflorescencias axilares en panículas subcorimbosas, no sobrepasando la región vegetativa; cáliz desigual, 3 sépalos mayores elíptico-obovados y 2 menores, pubescentes, agudos; pétalos de color amarillo-anaranjados; estambres 10,3 inferiores con anteras arqueadas, 4 medianos y 3 adaxiales, estériles; ovario densamente pubescente, con pelos blancos; legumbre indehiscente, recta o poco arqueada, con las suturas agudas y los extremos redondeados, terminando en un rostro corto, lateralmente comprimida, valvas pubescentes, castaño claro, fruto de 6,0-10,0 cm. de largo y 1,0-

1,5 cm. de ancho, con 10-15 semillas; semillas piriformes, con el extremo calazal redondeado y el hilar angosto, de superficie lisa y brillante, castaño rojizo oscura, de 6 mm. de largo y hasta 5 mm. de ancho, semillas dispuestas en el fruto con la cara ancha hacia las valvas.

Crece en lomajes rocosos secos, en quebradas abruptas y riberas de pequeñas quebradas, a veces en grupos a lo largo de los cursos de agua en terreno aluvial, subiendo desde 2.500 hasta 3.500 m., preferentemente en las laderas de exposición Oeste, en el extremo Norte de Chile, entre las latitudes 20º S hasta el límite con Perú.

Material revisado por localidades:

Socorroma (ZOELLNER 9495), Zapahuira (ZOELLNER 11263), Codpaguilla (ZOELLNER 3769, Chuzmiza (ZOELLNER 2971), Mamiña (ZOELLNER 668), Tarapacá (CONC 039971), Arica (CONC 073416), Puquios (CONC 19486), Pampa Lirima (CONC 19603), Cuesta Chapiquiña (CONC 30366).

7.—*Senna paposana* (Phil) Zoellner et San Martín.

Cassia paposana Phil., Flor. Atac. 17: Nº 95. 1860., Reiche, Fl. Chile 2:37.1898., Johnston, Contrib. Gray Herb. 68:48.1929.

Arbusto bajo de 50-80 cm. de altura, muy ramificado desde la base; con las ramas nuevas densamente pubescentes, pelos simples de hasta 1 mm. de largo, hojas alternas dispuestas en ángulos agudos; hojas de hasta 13 cm. de largo, pecíolos de 2,0-2,5 cm. de largo; con 6-7 pares de folíolos, sésiles, ovalados, con ápice romo terminando en un pequeño mucrón, de base asimétrica, folíolos semimembranosos, con los márgenes doblados hacia el envés, envés verde pálido, densamente pubescente, folíolos de 2,0-2,5 cm. de largo y entre 1,0 a 1,5 cm. de ancho; una glándula nectaria extrafloral entre cada uno de los pares de folíolos, glándula cilíndrica, pedicelada, curvada, con el ápice agudo, glabra, de 1 mm. de alto; estípulas filiformes, caedizas, pubescentes, de hasta 5 mm. de largo; inflorescencias racemosas algo sobrepasando la región vegetativa, con 2 brácteas aleznadas y tomentosos, racimos paucifloros; cáliz amarillento con 2 sépalos angostos y 3 posteriores anchos y obtusos; corola anaranjada; androceo formado por 2 estambres abaxiales con filamento de 1,2 mm. de largo y antera de 3,5 mm. de largo, 4 estambres medianos fértiles y 3 estaminodios cortos; legumbre indehiscente, comprimida lateralmente, recta hasta levemente curvada, angostándose en ambos extremos, el ápice se prolonga en un estilo persistente, legumbre de márgenes agudos, valvas levemente hundidas entre las semillas, levemente pilosas, legumbre de 1,0-1,2 cm. de ancho y entre 8,5-9,0 cm. de largo; fruto con 13-15 semillas; semillas ovalado-rectangulares, con el hilo levemente desplazado hacia el lado, de superficie lisa, brillosa, semilla de 1,2 cm. de largo y hasta 6 mm. de ancho, se dispone en el fruto con la cara ancha hacia las valvas.

Este pequeño arbusto crece en lomajes y quebradas de exposición Oeste, cerca de la costa entre Taltal y Antofagasta a 400-600 m.s.n.m.

Material revisado por localidades:

Hueso Parado (ZOELLNER 1828), Hueso Parado (ZOELLNER 1849), Paposo (ZOELLNER 12077), Paposo (ZOELLNER 12090).

8.—*Senna huidobriana* (Phil.) Zollner et San Martín.

Cassia huidobriana Phil. Anal. Univ. Chile. 84: 440. 1893., Reiche, Fl. Chile. 2.41.1898., Irw. et Barneby, Mem. New York Bot. Gard. 35: 57.1982.

Arbusto de hasta 1,5 m. de altura, con ramas rectas, cilíndricas; algo estriadas; hojas con 4-5 pares de folíolos, hojas de 5,0-7,0 cm. de largo y

entre 1,0-2,0 cm. de largo corresponden al pecíolo; folíolos oval-elípticos, cortamente peciolulados, con ambos extremos obtusos, semicoreáceos, con el borde doblado hacia el envés, raquis pubérulo, haz y envés glabro, hoja de color verde plomizo; una glándula cónica entre los dos primeros pares de folíolos; inflorescencias racemosas paucifloras, no sobrepasan la región vegetativa; flores amarillo-anaranjados; sépalos glabros; pétalos desiguales; 2 lanceolados y 3 suborbiculares; estambres fértiles 6, de ellos 2 son largos con anteras levemente arqueadas, 4 medianos con filamentos y anteras rectas y 3 estaminodios cortos; ovario lineal, pubescente; fruto una legumbre que nace desde un pedicelo ascendente, en disposición horizontal o declinada, recto, de 6,0-7,0 cm. de largo y entre 1,2-1,3 cm. de ancho, angostándose suavemente en ambos extremos, fruto aplanado lateralmente, con márgenes agudos, con valvas constreñidas entre las semillas, valvas de color castaño, con 11-13 semillas; semilla semilenticular, de 7,5 mm. de largo y hasta 5,5 mm. de ancho, con aréola profunda, abrupta, semilla castaño-olivácea, se dispone en el fruto con la cara ancha hacia las valvas.

Especie que crece en las laderas orientales de la Cordillera de la Costa, en zonas muy áridas de la Región Metropolitana y V Región.

Material revisado por localidades:

Rinconada de Lo Cerda, queb. de la Plata, El Carrizal 590 m.s.n.m. (CONC 42227).

9.—*Senna cumingii* (Hook. et Arn.) Zollner et San Martín.

Cassia cumingii Hooker et Arn. in Hooker, Bot. Miscell. 3(2): 211.1829, Gay Hist. Fís. y Pol. de Chile. 2: 243.1854.

Senna cumingii (Hook. et Arn.) Irw. et Barneby var. *cumingii* Irw. et *Barneby*, Mem. New York Bot. Gard. 35: 314.1982.

Arbusto de 1,0-1,5 m. de altura, los tallos viejos glabros, los nuevos algo tomentosos; hojas de hasta 6 cm. de largo, insertas en el tallo en ángulo agudo, hojuelas coreáceas, heteromorfas, las inferiores elípticas con ápice emarginado y base acuminada, asimétrica, el margen encrespado hacia el envés, de 2 cm. de largo y hasta 0,6 cm. de ancho, los folíolos superiores linear-lanceolados, con ápice agudo, mucronado, base acuminada, desigual, de 2-3 cm. de largo y hasta 0,4 cm. de ancho, hojas con 5-7 pares de folíolos, con escasos tricomas en el envés; una glándula nectaria extrafloral entre el ínfimo par de folíolos, glándula pedicelada, filiforme, con ápice agudo y curvado; inflorescencia racemosa, algo sobrepasando la región vegetativa; cáliz con 5 sépalos, 2 menores y 3 mayores, convexos, pétalos anaranjados; androceo formado por 3 estambres abaxiales, con anteras arqueadas, de ellos, el central es de menor tamaño, 4 estambres medianos y 3 estaminodios cortos, adaxiales; gineceo con estilo encorvado; fruto indehiscente, linear, recto hasta suavemente arqueado, con las suturas agudas, los extremos aguzados, con los septos interseminales bien desarrollados, valvas glabras, con contricciones entre las semillas; semillas esféricas, lateralmente aplanada, con el extremo calazal redondeado y el hilar apenas saliente, semilla con superficie lisa, con aréola elíptica o circular, de color castaño negruzco, de hasta 4,5 mm. de largo y ancho, se disponen en el fruto con la cara ancha hacia las valvas.

Arbusto escaso, crece al Norte del río Elqui hasta el río Huasco en terrenos surcados y orillas de lechos secos, en la zona de la Cordillera de la Costa.

Material revisado por localidades:
Cuesta Pajonales (ZOELLNER 2939), Huasco (ZOELLNER 9802), 20 km. al Sur de Vallenar ZOELLNER 11272), La Higuera frente al Tofo (CONC 47796).

10.—*Senna alcaparra* (Phil.) Zollner et San Martín.
Cassia alcaparra Phil. Linnaea 33: 61.1864.
Senna cumingii (Hooker et Arnott) Irw. et Barneby var. *alcaparra* (Phil.) Irw. et Barneby, Mem. New York Bot. Gard. 35: 315.1982.

Arbusto de 1-2 m. de altura con ramas largas derechas de color plomizo, las superiores pubescentes; hojas de 4-7 cm. de largo, los pecíolos ocupan un tercio de la hoja, con 5-6 pares de folíolos, hojas con pecíolos gruesos y surcados, levemente pubescentes; folíolos ovalados, con base asimétrica y ápice agudo terminando en un mucrón, folíolos peciolulados, peciólulo de 0,3 mm., folíolos semicoreáceos, con el haz glabro y el envés pubescente; una glándula nectaria extrafloral entre el primer par de folíolos, glándula cilíndrica, aguzada y curvada en el ápice; estípulas filiformes, pubescentes; flores reunidas en racimos sobrepasando la región vegetativa, con 2 brácteas escamosas en la base del pedúnculo; cáliz con 5 sépalos, 2 menores externos, trasaovados, pubescentes en el dorso y 3 mayores ovalados, pétalos unguiculados, el más grande trasacorazonado, emarginado, los 4 restantes oblongos de menor tamaño, corola amarillo-anaranjada; androceo con 9 estambres, 2 abaxiales de 1,3 cm. de largo, 4 medianos de 7 mm. de largo y 3 estaminodios de 5 mm. de largo, con antera aplanada, estériles; pistilo con estilo encorvado, glabro, estigma engrosado, ovario tomentoso; legumbre indehiscente, recta o levemente arqueada, semicilíndrica, pubescente, con las suturas algo sobresalientes, estrangulaciones notorias entre cada semilla, ambos extremos agudos, con 9-13 semillas; semillas lenticulares, con ambas caras convexas, sin aréola, con el extremo hilar subapical circular, rafe poco notorio, semilla castaño clara oscureciéndose hacia la zona central, en el fruto se disponen con la cara ancha hacia las valvas.

Crece desde el río Choapa hasta el río Limarí, en los faldeos de la Cordillera Alta, entre 600-1.200 m.s.n.m.

Material revisado:
Cuesta Punitaqui (CONC 28258), Cerro La Silleta (CONC 43667), Talinay (CONC 43653), Cuesta Los Cristales (ZOELLNER 11729), Salamanca (ZOELLNER 7148), Cuesta Los Espinos (ZOELLNER 12089).

11.—*Senna acuta* (Meyen) Zollner et San Martín.
Cassia acuta Meyen ex Vogel, Synop. Cassiae 42.1837.
Senna cumingii (Hook. et Arn.) var. cumingii Irw. et Barneby, Mem. New York Bot. Gard. 35: 314.1982.

Arbusto bajo de hasta 1 m. de altura; con las ramas extendidas; glabras; hojas de 6-9 cm. de largo; pecíolo y raquis delgado; glabros; hojas con 5-6 pares de folíolos; angostamente linear-oblongos; semicoreáceos; con ápice mucronado; base desigual; folíolos con haz y envés verde pálido; con escasos tricomas; folíolos peciolulados, con el margen doblado suavemente hacia el envés; folíolos de hasta 5,5 cm. de largo y hasta 0,6 cm. de ancho; estípulas filiformes; de 5 mm. de ancho; glabras; una glándula nectaria extrafloral filiforme entre el ínfimo par de folíolos; inflorescencia en racimos cortos y contraídos, axilares o terminales; sobrepasando la región vegetativa; 2 brácteas aleznadas en la base de la inflorescencia; cáliz con 5 sépalos desiguales, glabros, 3 mayores y 2 menores; pétalos 5 obovales, mayores que el cáliz, de color anaranjado pálido; estambres 9,2 inferiores con anteras arqueadas, 4

medianos y 3 estériles cortos; ovario arqueado y pubescente; fruto una legumbre indehiscente, linear con suturas agudas, levemente arqueada, aguzada en ambos extremos, valvas hundidas entre las semillas, glabras, de color amarillo verdoso, fruto de 10 cm. de largo y hasta 7 mm. de ancho, con 10-14 semillas; éstas semilenticulares, aplanadas levemente en los lados, de superficie rugosa, de hasta 6 mm. de largo y 5 mm. de ancho, con el extremo calazal redondo y el hilar poco saliente; semilla de color castaño oscuro, poco brillante, areolada, se dispone en el fruto con la cara ancha hacia las valvas.

Arbusto que crece en quebradas y lomas rocosas de la Cordillera de la Costa y en las llanuras ubicadas entre el río Huasco y el río Copiapó.

Material revisado por localidades:

Canto de Agua ZOELLNER 1706), Travesía (ZOELLNER 1876), Bandurrias (SGO 050661), Yerbas Buenas (SGO 03990), Huasco (SGO 050660), La Higuera (SGO 050662), Carretera Panam. 30 km. al Sur de Vallenar (CONC 33049).

12.—*Senna urmenetae* (Phil.) Irw. et Barneby, Mem. New York Bot. Gard. 35: 318.1982.

Cassia urmenetae Phil. Anal. Univ. Chile 41: 708.1872.

Cassia oreades Phil. Anal. Univ. Chile 84.443.1893.

Cassia urmenetae sensu Reiche, Fl. Chile. 2:38.1898.

Arbusto bajo de 30-100 cm., tallo cilíndrico, suavemente estriado, de color verde plomizo, tomentoso, pelos erectos; hojas de 2,0-4,0 cm. de largo, pecíolo de 0,5-0,8 cm. de largo, surcado, tomentoso, hojas con 3-5 pares de folíolos; folíolos elípticos, peciolulados, éste de 1 mm. de longitud, densamente pubescente, folíolos de base desigual, ápice y base poco acuminadas, ápice con mucrón de 0,2-0,3 mm. de largo, margen del folíolo suavemente encrespado o doblado hacia el envés, nervios primario y secundarios prominentes en el envés, haz glabro, finamente rugoso, envés y borde pubescente finamente, folíolos coreáceos, verde plomizos, de 2,0-2,5 cm. de largo y 0,7-1,2 cm. de ancho; una glándula nectaria extrafloral entre el ínfimo par de folíolos, filiforme, estipitada, aguzándose suavemente en el ápice; estípulas caedizas, rectas, subuladas, setiformes; inflorescencias en racimos laxos de 3-6 flores, que sobrepasan la región vegetativa, con 2 brácteas caedizas; fruto indehiscente, arqueado, con los márgenes agudos, ambos extremos angostos, cuerpo lineal con contricciones entre las semillas, valvas papiráceas, pajizas, prominentemente reticuladas, con septos interseminales completos, poco seminadas de 6 a 8 loculadas, pero muy pocas se desarrollan (generalmente 1), fruto de 6,0-7,0 cm. de largo y entre 0,8-1,0 cm. de ancho, los frutos sobrepasan la región vegetativa en posición pendular; semilla piriforme, opaca, aréola circular, de hasta 8 mm. de largo y hasta 6 mm. de ancho, se dispone en el fruto con la cara ancha hacia las valvas, semillas castaño oliváceas.

Crece en laderas pedregosas de la Cordillera Alta entre 1.500-2.000 m. entre el río Huasco y el río Elqui.

Material revisado por localidades:

Prov. Huasco, río Conay (CONC 55322), Valle Elqui (CONC 23042), Río Laguna Grande (CONC 55054), La Hualtata (CONC 33052), Paihuano (ZOELLNER 8530).

13.—*Senna coquimbensis* (Vogel) Zollner et San Martín.

Cassia coquimbensis Vogel, Syn. Gen. Cass. 43.1837, Linnaea 11: 674.1837.

Cassia flaccida Clos in Gay, Hist. Fís. y Pol. de Chile. 2:238.1854.

Senna cumingii (Hook. et Arn.) var. *coquimbensis* (Vogel) Irw. et Barneby, Mem. New York. Bot. Gard. 35:315.1982.

Arbusto con ramas rígidas, cilíndricas, nudosas, las nuevas pubescen-

tes, crece hasta 3 m. de altura; hojas de hasta 10 cm. de largo, con 4-6 pares de folíolos, el pecíolo corresponde aproximadamente a un cuarto del largo total de la hoja, pecíolo recorrido por dos canales; folíolos trasaovado-oblongos, peciolulados, con el ápice escotado, folíolos semicoreáceos, haz glabro, de hasta 2,5 cm. de largo y 1,0 cm. de ancho, verde amarillentos, una glándula nectaria extrafloral entre el ínfimo par de hojuelas, cilíndrica, con pequeño pedicelo, y el ápice curvado lateralmente, estípulas filiformes, pubescentes, de 4 mm. de longitud y 0,5 mm. de ancho; flores reunidas en inflorescencias racemosas, que sobrepasan la región vegetativa; cáliz con 5 sépalos desiguales entre sí, 2 menores lanceolados y 3 mayores aovados; corola con 5 pétalos libres y desiguales entre sí, amarillo-anaranjados, obovados, glabros; androceo de 10 estambres, 3 abaxiales largos con anteras encorvadas, 4 medianos centrales y 3 adaxiales estériles, cortos; gineceo lineal curvado en el estilo, ovario tomentoso; fruto indehiscente, pubescente en plantas jóvenes, comprimido lateralmente, algo curvado, legumbre de 4-6 cm. de largo y entre 0,6-0,8 cm. de ancho, con los extremos agudos, 6-8 semillas por fruto; semillas oval-elípticas, aplanadas lateralmente, castaño oscuras, brillantes, rafe subapical, extremo hilar angostándose suavemente, extremo calazal redondeado, semilla dispuesta en el fruto con la cara ancha hacia las valvas.

Crece en forma abundante entre La Serena y la Cuesta Las Cardas, entre los ríos Choapa y Limarí, en llanuras y lomajes suaves.

Material revisado por localidades:

Pichidangui (ZOELLNER 6028), Guanaqueros (ZOELLNER 6909), Tongoy (ZOELLNER 8665), Hacienda Talhuén (CONC 43650).

14.—*Senna candolleana* (Vogel) Irw, et Barneby, Mem. New York Bot. Gard. 35: 376.1982.

Cassia candolleana Vogel, Syn. Gen. Cass. 42.1837.

Cassia emarginata Clos in Gay, Hist. Fís. y Pol. de Chile. 2:237.1854.

Cassia closiana Phil. Anal. Univ. Chile 84:438.1893, Reiche, Fl. Chile: 2: 41.1898, Navas, Fl. Cuenca Stgo. Chile 2: 182.1978.

Arbusto de hasta 4 m. de altura; con ramas nuevas levemente pubescentes; hojas coreáceas; de hasta 10 cm. de largo; con 6-7 pares de folíolos oblongo-elípticos; de ápice romo; semicoreáceos; peciolulados; de 2,5-4,0 cm. de largo y 1,2-1,4 cm. de ancho; con haz levemente pubescente; glándula nectaria extrafloral entre el primer par de folíolos; glándula cilíndrica; con ápice agudo; de 2 mm. de longitud; de color castaño; estípulas aleznadas; levemente pubescentes; de hasta 6 mm. de largo; flores en inflorescencia racemosa; axilar, no sobrepasando la región vegetativa; flores pedunculadas; cáliz de 5 sépalos; suavemente pubescentes por el dorso; libres; corola con 5 pétalos desiguales; recorridos por nerviaciones castaño-rojizas; androceo de 10 estambres; 3 largos con anteras arqueadas levemente; 4 medianos con filamentos de 6 mm. de longitud y 3 estaminodios cortos, con filamentos de hasta 1 mm. de largo; gineceo formado por un pistilo con estilo encorvado; ovario y parte inferior del estilo pubescente; legumbre arqueada; indehiscente; cilíndrica; glabra; con tabiques transversales completos; ambos extremos agudos; valvas de color castaño-rojizo; con 10-15 semillas, éstas piriformes; de hasta 5 mm. de largo y entre 2,5-3,0 mm. de ancho, en su parte más ancha; de color castaño, oscureciéndose hacia el centro; aplanada lateralmente; con el extremo calazal redondo y el hilar aguzado; semilla sin aréola; dispuesta en el fruto con la cara ancha hacia los septos interseminales.

Se encuentra fundamentalmente, en los valles de la provincia de Valparaíso que se abren hacia la costa.

Material revisado por localidades:

Quintay (ZOELLNER 7887), Valle El Sauce (ZOELLNER 7998), Laguna Verde (ZOELLNER 8074), El Boco (ZOELLNER 8738), Quilpué (ZOELLNER 11291), Pichidangui (ZOELLNER 11651), Hacienda Lliu Lliu (ZOELLNER 11713), Vichuquén (ZOELLNER 11763).

15.—*Senna multiglandulosa* (Jacquin) Irw. et Barneby, Mem. New York Bot. Gard. 35: 357.1982.

Cassia multiglandulosa Jacquin, Ic. pl. rar. 1(3): 8, t. 72.1783.

Cassia tomentosa Linnaeus fil., Suppl. pl. 231.1781.

Cassia tomentosa Lam., Encycl. Méth. 1: 647.1783-85, Gay. Hist. Fís. Pol. de Chile. 2:244. 1848, Reiche, Fl. Chile. 2: 37.1898.

Arbusto muy ramificado, de 2,0-2,5 m. de altura, ramas nuevas muy pubescentes, con pelos derechos o algo acostados, ramas viejas glabras; hojas de 8-11 cm. de largo, con 7-8 pares de folíolos, éstos elípticos, peciolulados, con ápice romo algo mucronado, de base desigual; folíolos pubescentes en haz y envés, de 2,5-3,0 cm. de largo y entre 0,5-1,5 cm. de ancho, con los márgenes lisos, doblados hacia el envés, semicoreáceos; una glándula escutino sobrepasan la región vegetativa, pedúnculos pubescentes, 2 brácteas herliforme entre cada pareja de folíolos; flores reunidas en racimos cortos, que báceas ovadas o anchamente lanceoladas; cáliz con 2 sépalos menores y 3 mayores, todos pubescentes, corola con 5 pétalos desiguales, amarillo-anaranjados; estambres fértiles 7, de los cuales 3 son abaxiales, de ellos el central es de menor longitud, 4 estambres medianos y 3 estaminodios; pistilo con estilo arqueado, estigma capitado, ovario densamente pubescente; legumbre indehiscente, recta o suavemente arqueada, lateralmente comprimida, pubescente, con suturas agudas, las valvas hundidas entre las semillas, legumbre de 7-11 cm. de largo y 6-8 mm. de ancho, con 12-15 semillas; semilla obovoide, de superficie lisa, brillosa, con el extremo calazal redondeado, aguzándose hacia el extremo hilar, semilla no areolada, de 5-6 mm. de largo y 4 mm. de ancho, dispuesta en el fruto con la cara ancha hacia los septos interseminales.

Corresponde a una especie cultivada como arbusto ornamental en parques y jardines, desde la IV a la VIII Región. Es una especie autóctona de México y Guatemala (Irwin y Barneby, 1983).

Material revisado por localidades:

Quilimarí (SGO 050708), Salamanca (ZOELLNER 11845), Petorca (ZOELLNER 11746), Santiago (Sgo 039964), Concepción (CONC 4148), Dichato (CONC 11925).

16.— *Senna arnottiana* (Hook.) irw. et Barneby, Mem. New York Bot. Gard. 35: 316-1982.

Cassia arnottiana Gill. ex Hooker, Bot. Miscell. 3(2): 211.1829, Navas, Fl. Cuenca Stgo. Chile 2: 183.1978.

Cassia arnottiana sensu Clos, in Gay, Hist. Fís. y Pol. de Chile. 2: 235.1854.

Cassia andina Phil. Linnaea 28: 685.1858.

Cassia arnottiana var. *andina* (Phil.) Reiche, Fl. Chile 2: 40.1897.

Arbusto muy ramificado, de 0,5-1,0 m. de altura, de ramas cortas y pubescentes; hojas de 3,0-5,0 cm. de largo, pecíolo de 1,0 a 1,5 cm. de largo, con 5-8 yugas; folíolos trasaovados, con ápice romo a veces emarginado, base angostándose suavemente en pequeño pecíolo; folíolos coreáceos, haz y envés glabro, de color verde amarillento en la vejez, de 6,0-7,0 mm. de largo y 3,0-5,0 mm. de ancho, pedicelo de 0,5 mm. de longitud, glándula nectaria extrafloral entre los ínfimos pares de folíolos, la primera cónica, de 1,5-1,8

mm. de largo, a veces, curvada, rara vez, una en el segundo par, erecta, cilíndrica, de 0,8 mm. de largo; estípulas herbáceas, linear-lanceoladas, caedizas, de 1 cm. de largo. Inflorescencias en racimos axilares, con 2-5 flores sobrepasando la región vegetativa, pedúnculos de 2,5-5,0 cm., 2 brácteas membranosas, elípticas, de hasta 5 mm. de largo, persistentes. Sépalos subpetaloídeos, amarillentos, con nervadura desde la base, de hasta 10 mm. de largo; pétalos anaranjados, de un largo subigual; estambres dispuestos en 3 grupos; 3 abaxiales de filamentos largos y anteras curvadas, 4 centrales medianos, con anteras rectas y 3 estaminodios adaxiales; legumbre recta, aplanada lateralmente, terminando bruscamente en ambos extremos en un rostro, indehiscente, valvas hundidas entre las semillas, de color castaño claro amarillento, oscureciéndose con el tiempo, algo pubescente a lo largo de las suturas, de 3,0-6,0 cm. de largo y entre 0,8-1,5 cm. de ancho, con 5-13 semillas; semilla lenticular, comprimida lateralmente, suavemente areolada, el extremo hilar saliente, ambas caras reticuladas, de color castaño claro, de 5,0-8,0 mm. de largo y 4,0-7,0 mm. de ancho, dispuestas en el fruto con la cara ancha hacia los septos interseminales.

Crece en lomajes secos, pedregosos y en quebradas rocosas, en la Cordillera Alta entre 1.500-2.500 m. desde el departamento de Illapel (31º 40'S) hasta el río Bío Bío (37º 30'S). Es de hábito xeromórfico, durante el Invierno queda cubierto de nieve por varios meses.

Material revisado por localidades:
Salamanca (ZOELLNER 11858), Cerro Caquis (ZOELLNER 398), Maitenes (ZOELLNER 2938), Laguna Maule (ZOELLNER 11859), Cordillera de Linares (SGO 050690), Laguna Laja (ZOELLNER 12002).

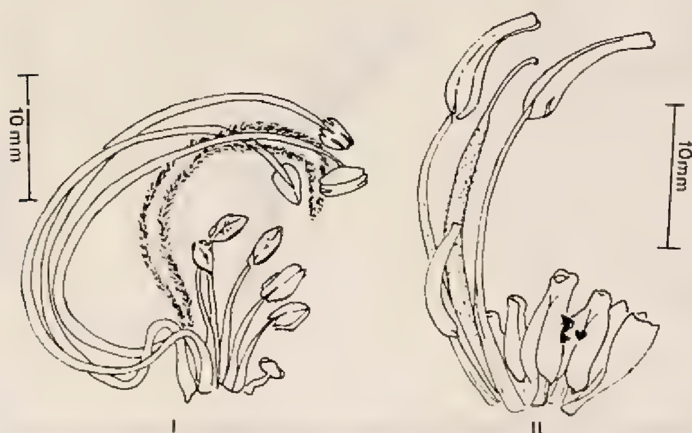


Fig. 1. Comparación de Androceo y Gineceo. I Cassia, II Senna.



Fig. 2. Características morfológicas del fruto del género *Senna*: 1. stipulacea var. stipulacea, 2 stipulacea var. anglorum, 3. cruckshanksii, 4. foliosa, 5. brongniartii, 6. birostris var. arequipensis, 7. paposana, 8. huidobriana, 9. cumingii, 10. alcaparra, 11. acuta, 12. urmenetae, 13. coquimbensis, 14. candolleana, 15. multiglandulosa, 16. arnottiana.



Fig. 3. Características morfológicas de la semilla del género *Senna*. Para el reconocimiento de las especies ver clave en Fig. 2.



Fig. 4. Característica morfológica de la hoja del género *Senna.* Para el reconocimiento de las especies ver clave en Fig. 2.

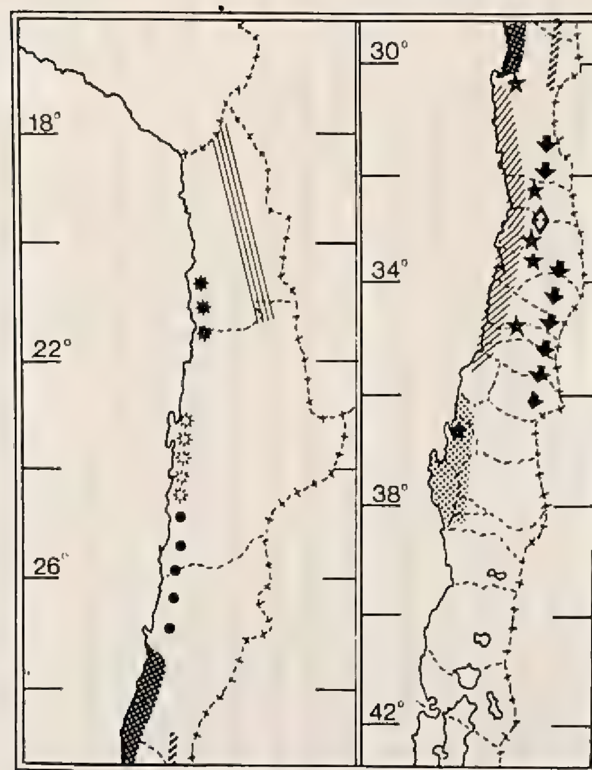


Fig. 5. Distribución geográfica de las especies chilenas del género *Senna*.

RESULTADOS Y DISCUSION

El género *Senna* se distribuye en Chile, desde la I a la IX Región, encontrándose tanto en zonas costeras como cordilleranas, boscosas y desérticas (Fig. 5).

Este género, comprende 16 especies habitando cada una, zonas bien determinadas del país. De ellas, 13 fueron descritas por Irwin y Barneby (1983), las tres restantes (*S. paposana, S. foliosa, S. huidobriana*), no fueron consideradas por ellos, pues no contaron con el material.

Del total de las especies, 2 (*S. cruckshanksii* y *S. foliosa*) presentan una distribución espacial muy restringida, la primera sólo se encontró en el Cerro La Campana y la segunda en el interior del río Ñuble.

Una de las especies, *S. multiglandulosa,* muestra una distribución espacial muy discontinua, observándose en jardines y parques desde la zona de Concepción hasta La Serena, está considerada por Irwin y Barneby (1983) como una planta de cultivo, introducida, oriunda de México y Guatemala.

Dichos autores, incluyen en la especie *S. cumingii,* 3 variedades; *S. cumingii* var. *coquimbensis, S. cumingii* var. *alcaparra* y *S. cumingii* var. *cumingii,* considerando dentro de esta última a las iniciales *Cassia acuta* y *Cassia cumingii;* debido a que existe una transición gradual entre ellas, observándose ésta en la forma de sus hojuelas, legumbres y semillas. Al considerar como principales criterios, el tamaño, textura y color del follaje, la morfología de la legumbre y semillas, junto con la distribución geográfica de ellas, los autores de este estudio elevan estas 3 variedades a especies. Por otra parte, se considera a *S. cumingii* como un híbrido entre *S. coquimbensis* y *S. acuta,* pues sus hojas heteromorfas tienen características de ambas.

Las especies *S. stipulacea* var. *anglorum, S. stipulacea* var. *stipulacea, S. cruckshanksii* y *S. foliosa,* crecen en zonas boscosas, y se caracterizan por presentar hojas membranosas, verde oscuras, de haz brillante, sus legumbres son dehiscentes, anchas y aplanadas lateralmente.

Las especies citadas por Reiche (1898) como *Cassia paposana, Cassia foliosa* y *Cassia huidobriana,* no consideradas por Irwin y Barneby en sus claves y descripciones, deben ser incluidas en las Sennas chilenas, pues poseen todas las características del género y además, tienen una ubicación geográfica definida.

En cuanto a abundancia de las especies, se observa que aquellas que presentan frutos dehiscentes y hojas membranosas, crecen cerca de la costa en el sotobosque, en bajo porcentaje.

Las especies xeromórficas (*S. paposana* y *S. acuta*), se presentan en forma muy aislada y discontinua. El mismo esquema de distribución se da para las especies de la Alta Cordillera.

S. coquimbensis y *S. candolleana,* son las únicas especies que además de tener una amplia distribución, dominan en las comunidades en que se presentan.

REFERENCIAS

ENGLER, A. 1964. Syllabus der Pflanzanfamilien. Band II: Angiosperm. Berlín, Alemania.

IRWIN, A. y R. BARNEBY. 1982. Memoirs of tho New York Botanical Garden. Vol. 35. part. 1-2.

JOHNSTON, I. 1929. Contributions from the Gray Herbarium of Harvard University Cambridge. LXXXV. Maas. U.S.A.

MUÑOZ, C. 1966. Sinopsis de la Flora chilcna. 2ª edición. Ediciones de la Universidad de Chile. Stgo. Chile.

NAVAS, A. 1976. Flora de la cuenca de Santiago de Chile. Edics. de la Universidad de Chile. Santiago de Chile. Tomo II.

PACHECO, P., CHIANG, M., MARTICORENA, C. y M. SILVA. 1977. Química de las plantas chilenas usadas en Medicina Popular I. Universidad de Concepción.

PHILIPPI, R. 1856. Plantarum novarum chilensium. Linnaea 28: 685.

PHILIPPI, R. 1860. Viaje al desierto de Atacama hecho por orden del Gobierno de Chile en el Verano 1853-1854. Flora atacamensis 17: Nº 94-95.

PHILIPPI, R. 1864-1865. Plantarum novarum chilensium. Linnaea 33:61.

PHILIPPI, R. 1872. Descripción de las plantas nuevas incorporadas últimamente en el herbario chilcno. Anales Univ. de Chile 41: 708.

PHILIPPI, R. 1893. Plantas nuevas chilenas. Anales Univ. de Chile 84: 439-443.

REICHE, C. 1898. Flora de Chile. Imprenta Cervantes. Stgo. de Chile. Vol. 2: 32-44.

EFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE LA GERMINACION DE SEMILLAS EN DOS ESPECIES DE LAS DUNAS

ORLANDO BALBOA

ABSTRACT: *Plantago hispidula* and *Clarkia tenella* var. *tenuifolia,* two species growing in fixed sand-dune (Quintero, Chile, 32º 48' S) produce seeds that germinate at constant temperature ranging from 10-20ºC. Temperature over 20ºC markedly reduce it in both species. Outdoor temperature (0.5-21ºC) on the other hand, affect more C. *tenella* than *P. hispidula.* The germination requirement of *P. hispidula* compared to *C. tenella* coupled to other physiological characteristics of the adult piants make the former more adopted to the highly disturbed areas.

Plantago hispidula R. et Pav. (Plantaginaceae) y *Clarkia tenella* var. *tenuifolia* (Cav.). Moore and Lewis (Onagraceae) son especies terófitas de las dunas que florecen en primavera y verano, respectivamente. *Plantago hispidula* es la especie dominante en el sitio donde se colectaron las semillas. La germinación in situ se inicia para esta especie tan pronto comienza la estación lluviosa de otoño o invierno, crece rápidamente y su ciclo de vida termina a mediados de noviembre (Walkowiak 1980). Por otra parte, *C. tenella* var. *tenuifolia,* especie menos abundante, produce semillas que germinan a mediados de invierno y su ciclo de vida termina en diciembre (Walkowiak 1980). Ambas especies se localizan a lo largo de la región costera de Valparaíso (Quintero 32º 48'S). De acuerdo a Serey (1978) las dos crecen en lo que se llama dunas fijas.

La precipitación en esta región asciende a 300 mm. por año y mayoritariamente ocurre en invierno (Serey 1978). Varios estudios existen que se refieren al clima imperante en las dunas de la región de Valparaíso (Koeppen 1948; Peña y Romero 1976), situación hídrica (Serey 1978), radiación solar, fotoperíodo y humedad (Reyes y Romero 1977; Fuenzalida 1965) y la vegetación (Serey 1978). Sin embargo, no existe información referente a la capacidad de germinación de muchas de las especies que crecen en las dunas. En este estudio se informa de las respuestas de germinación de las semillas de dos especies a diferentes tratamientos de temperatura.

MATERIALES Y METODOS

Las semillas de *P. hispidula* y *C. tenella* var. *tenuifolia* fueron colectadas en las dunas de Quintero ubicadas a 32º 48' S en 1979. Ellas fueron almacenadas en bolsas de papel hasta el momento de ser usadas. Los ensayos de germinación fueron realizados en abril de 1980. Muestras de 30 semillas, en triplicado, fueron puestas a germinar en cápsulas de vidrio a temperatura constante de 10, 15, 20 y 25ºC, y a temperatura ambiente (en terreno a 0.5-21ºC), determinado con un termómetro de máxima y mínima. También

Laboratorio de Botánica, Facultad de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica, casilla 114-D, Santiago, Chile.

se realizaron ensayos para averiguar la influencia recíproca en la germinación de ambas especies. Para ello 20 semillas de *P. hispidula* y 20 de *C. tenella* var. *tenuifolia* fueron puestas a germinar en cápsulas de vidrio a 20°C. Todos los ensayos fueron repetidos 3 veces. La aparición de la radícula y su inclinación geotrópica fue usada como criterio de germinación.

RESULTADOS Y DISCUSION

Generalmente ambas especies crecen en el mismo sitio (dunas fijas) espacialmente separadas. De acuerdo a Walkowiak (1980) la sobrevivencia de las plántulas de *P. hispidula* es mayor de las de *C. tenella* y ambas especies tienen un patrón diferente de distribución de los productos asimilados fotosintéticos. *P. hispidula* destina más biomasa a las estructuras reproductivas que *C. tenella* y finalmente, la densidad no afecta significativamente el esfuerzo reproductivo neto (ERV) de ambas especies (Walkowiak 1980).

La Fig. 1 muestra la capacidad de germinación a diferentes temperaturas. Las temperaturas que van desde 10 a 20ºC no afectan en forma significativa la germinación en ambas especies, pero sí, la temperatura de 25ºC, la cual reduce drásticamente la germinación, en ambas especies, de 90% a 10, 15 y 20° C, a alrededor de 15% a 25º C. Este comportamiento es común en especies herbáceas de regiones templadas (Ramírez 1971). Sin embargo, la temperatura ambiental fluctuante (0.5-21° C) afecta más la germinación de las semillas de *C. tenella* que a las de *P. hispidula* (Fig. 1). Esta observación es importante, ya que puede reflejar lo que ocurre en las dunas, en invierno, y podría explicar la razón por la cual estas especies crecen en diferentes habitats. Además, las semillas de *P. hispidula* no sólo absorben agua aumentando 15 veces su peso original, sino que la retienen por un período de tiempo mayor (Balboa 1981, 1983). Esto se debe a que la cubierta seminal esta impregnada, exteriormente, de un material de naturaleza mucilaginosa que retiene agua por un tiempo prolongado, manteniendo a nivel de la semilla un microclima favorable a la germinación (Balboa 1983). Este fenómeno parece ser general para el género *Plantago* (Ramírez 1971). Las características fisiológicas mencionadas más arriba, es decir, la alta capacidad de retención de agua unida a la mayor capacidad de germinar a temperaturas ambientales fluctuantes (0.5-21º C), le confieren a *P. hispidula* una ventaja en el tiempo de germinación y en el espacio pudiendo esta especie colonizar espacios abiertos primero que *C. tenella,* lo cual puede explicar el por qué esta especie es más abundante en áreas altamente alteradas como lo son las dunas,, y sobre todo con un sustrato con un alto déficit hídrico.

La germinación de *P. hispidula* y de *C. tenella* en siembras mixtas (ambas germinando en el mismo sustrato) no mostró diferencias en la capacidad de germinación, si se considera cada especie individualmente (Tabla 1). Lo que estaría demostrando que no existe efecto alelopático de una especie con respecto a la otra. Este resultado estaría demostrando que tal vez la temperatura y otro factor(es) estaría jugando un rol importante en determinar una mayor abundancia de *P. hispidula* que *C. tenella.* Este tipo de siembra ya ha sido descrito (Knapp 1954) en otras especies.

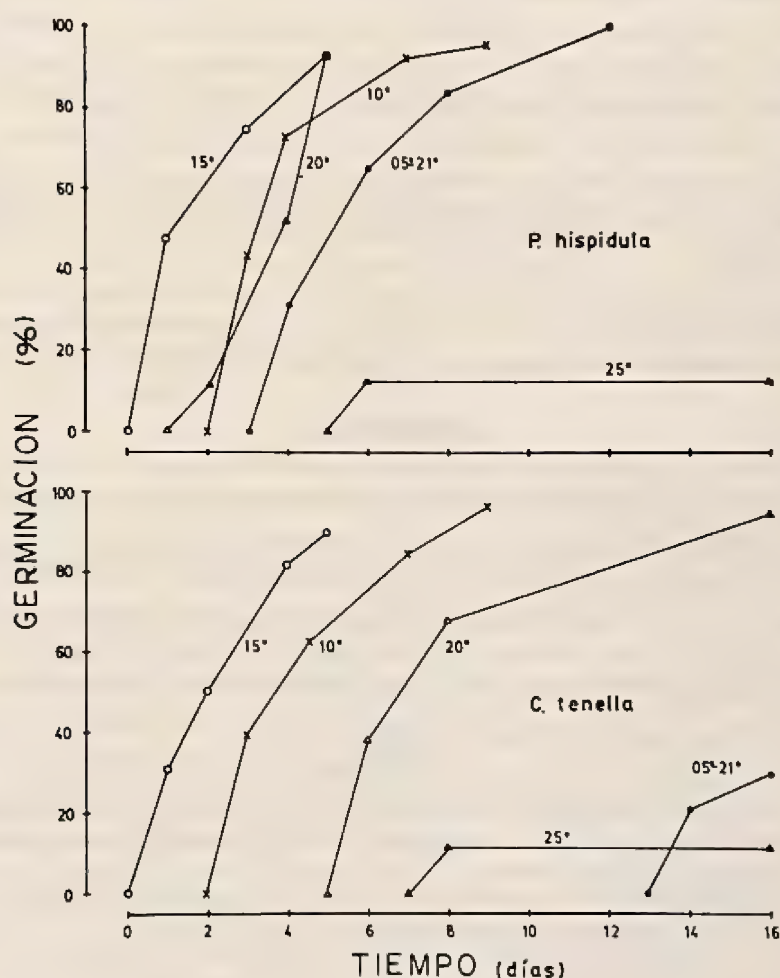


Fig. 1. Respuesta germinativa en el tiempo de dos especies de las dunas a diferentes temperaturas. La variabilidad observada, entre las réplicas no es mayor que el tamaño del símbolo.

TABLA 1.—Germinación de las semillas de *C. tenella* y *P. hispidula* en siembras puras y mixtas a 20° C.

Especies	Germinación (%)
P. hispidula (siembra pura)	100
C. tenella (siembra pura)	96
C. tenella (en presencia de *P. hispidula*)	95
P. hispidula (en presencia de *C. tenella*)	95

CONCLUSIONES

Las dos especies de las dunas estudiadas tienen un comportamiento germinativo acorde al medio en que viven. Sin embargo, difieren en cuanto a la temperatura ambiental fluctuante se refiere. Las semillas de *P. hispidula* están mejor adaptadas a su habitat, germinando en alto porcentaje a temperaturas fluctuantes (0.5-21º C) y reteniendo humedad por un tiempo prolongado. Las semillas mixtas en que se incluyen ambas especies no muestran ningún efecto alelopático.

AGRADECIMIENTOS: Se agradece la donación de las semillas al Sr. Ramiro Bustamante. Este trabajo fue financiado parcialmente por DIUC Proyecto 73/81.

REFERENCIAS

BALBOA, O. 1981. Seed dormancy in four species growing in a chilean sand-dune. Plant Physiol., **67**: 41 (Supplement).

BALBOA, O. 1983. Seed dormancy in four species in a chilean sand-dune: a laboratory study. Acta. Oecol./Oecologia Plant., **4**: 335-361.

FUENZALIDA, P. 1965. Clima en CORFO. Geografía económica de Chile. (Texto resumido): 52-91.

KNAPP, R. 1954. Experimentolle Soziologie der hoheren Pflanzen. Verlag E. Ulmer, Stuttgart, 202 pp.

KOEPPEN, W. 1984. Climatología. Vol. 1, México, 478 pp.

PEÑA, O. y H. ROMERO. 1976. Aspectos climáticos de Chile. 14 pp. mimeo.

RAMIREZ, C. 1971. Experimentelle Untersuchangen über gegenseitiger Beeinflussungen. Keimung und Provemienzen von Pflanzenarten sudehilenischer Rasen und Gebüsche. Dissertation Univ. Giessen, Alemania. 249 pp.

REYES, E. y H. ROMERO. 1977. Climatología e interacción océano-atmósfera en la bahía de Valparaíso Rev. Biol. Mar. Dep. Oceanol. Univ. Chile, **6** (2): 125-159.

SEREY, I. 1978. La végétation des dunes de Quintero au Nord de Valparaíso (Chili). Thése Un. Rennes. Francia. 165 pp.

WALKOWIAK, A. 1980. Estrategias reproductivas en anuales de dunas. Tesis. Universidad de Chile. Valparaíso. 77 pp.

DISTRIBUCION ESPACIO TEMPORAL DEL FITOPLANCTON DE LA LAGUNA EL PLATEADO (VALPARAISO, CHILE) *

LUIS R. ZUÑIGA **, PATRICIO DOMINGUEZ ** y M. ANGELICA CARVAJAL **

ABSTRACT: An annual cycle of the phytoplankton in the small lake El Plateado is studied with the main objectives of: evaluation the structural changes and to stablish the grade of dependence of the phenologic to thermic pattern. The results shows a community with greater abundances during sumer-fall seasons, spatio-temporal pattern showing different models of vertical distribution at higher taxa levels; at specie level three temporal situations, spring-summer, fall and winter, each characterized by different dominant species. The resulting phenologic pattern is coincident with the thermic one.

Los procesos de producción en un lago se realizan fundamentalmente en la zona fótica y son dependientes del tipo y del metabolismo de las algas fitoplanctónicas que realizan fotosíntesis. En la medida que el fitoplancton ocupa zonas más profundas, estos procesos se atenúan; células capaces de sobrevivir y mantenerse potencialmente activas, bajo las condiciones imperantes a mayor profundidad, pasan a constituir elementos de retención de energía en el ecosistema. De ahí que, junto al conocimiento de la capacidad productora del fitoplancton, sea necesario conocer la calidad y cantidad de los componentes estructurales de la comunidad fitoplanctónica.

En los últimos años se han intensificado los estudios sobre aspectos estructurales de las comunidades de fitoplancton de aguas dulces en Chile. Entre estos se cuentan los de Cabrera et al (1977), Navarro y Avaria (1971) y Lembeye (1974) centrados en embalses de la zona central; Dellarossa et al. (1976), Parra et al. (1976), Parra et al. (1980) y Parra et al. (1981) sobre el fitoplancton de los sistemas de lagunas localizados al norte y al sur del curso inferior del río Bío Bío; Campos et al. (1974) y Campos et al. (1982) se refieren al fitoplancton de los lagos de la región de la Araucanía.

El trabajo desarrollado a continuación sobre el fitoplancton de la laguna El Plateado pretende, con un enfoque espacio-temporal, estimar los cambios estructurales de la comunidad a nivel de taxa superiores; valorar los cambios estructurales de la taxocenosis en función de las especies componentes, con excepción de aquellas pertenecientes a Cyanophyta y establecer el grado de concomitancia entre los modelos fenológicos del fitoplancton y térmico de la laguna.

MATERIAL Y METODO

El material estudiado proviene de la laguna El Plateado, caracterizada como eutrófica y de régimen térmico monomíctico templado (Domínguez et al. 1976; Domínguez et al. 1981). Esta laguna situada al sur de la ciudad

* Financiado mediante Proyecto DGI 003-04-77 de la Universidad Católica de Valparaíso.

** Sección Ecología. Instituto de Biología, Universidad Católica de Valparaíso. Casilla 4059, Valparaíso, Chile.

de Valparaíso (71º 39' 12" W y 33º 04' 30" S) ha sido objeto de diversos estudios tales como los de Lembeye (1974) sobre fitoplancton, Domínguez y Zúñiga (1976) sobre cladóceros y Avendaño y Sáiz (1977) sobre rotíferos.

Para desarrollar los objetivos propuestos las muestras de agua se tomaron entre noviembre de 1977 y octubre de 1978, en un punto situado en el centro de ella y correspondiente a la zona más profunda (12 m.). Las muestras se cogieron con réplica, cada dos metros desde superficie a fondo. El recuento del material fitoplanctónico se realizó siguiendo la metodología diseñada por Utermohl (Vollenweider, 1969), utilizando un microscopio WILD M-40. El tiempo de decantación del material en las celdas fue de 48 horas. Cyanophyta fue determinado sólo a nivel de División y Familias, debido a la carencia de ejemplares con estructuras reproductoras (aquinetos y heterocistos).

Los registros de temperatura se realizaron mediante un teletermistor YSI modelo 44, con mediciones a intervalos de 0.5 m. Los siguientes parámetros fueron estimados a través de las expresiones que se indican a continuación:

—Constancia, como porcentaje de presencia de cada especie sobre el total de unidades muestrales.
—Dominancia numérica, o porcentaje de la especie sobre el total de individuos.
—Diversidad de especies, estimada por el índice de Shannon
—Similaridad biocenótica según el índice de Winer.

Se consideró como especie importante en la taxocenósis aquella cuya constancia era superior al 25% y/o a su dominancia superior al 5%.

Una discusión de los índices utilizados se encuentra en Sáiz y Avendaño (1976) y Sáiz (1980).

RESULTADOS Y DISCUSION

1. *Análisis a nivel de taxa superiores.*

Desde un punto de vista global los grupos participantes del fitoplancton concurren en el siguiente orden de importancia dentro del período de muestreo: Cyanophyta (76,2%), Chlorophyta (18.7%), Chrysophyta (4,9%), Euglenophyta (0.15%) y Pyrrophyta (0.05%). Temporalmente, la participación conjunta de los grupos establecen un período de máxima abundancia que se extiende de enero a julio, con dos máximos de abundancia correspondientes a los meses de marzo y mayo (Fig. 1). En la estructuración de este período de máxima abundancia numérica, destaca la incidencia de Cyanophyta, cuya fuerte dominancia tipifica el primer máximo (Fig. 1). La pérdida gradual de importancia de este grupo y el incremento de las densidades poblacionales de Chlorophyta y Chrysophyta caracterizan el máximo de abundancias numéricas de mayo (Fig. 1). Los grupos restantes tienen escasa incidencia, aunque como en el caso de Euglenophyta se detectó su presencia a lo largo de todo el año.

Espacialmente, Chrysophyta se presenta estratificada a lo largo de todo el año (Fig. 2) con una distribución de abundancia numérica que decrece de superficie a fondo. La relación base: ápice de esta pirámide invertida varía en el tiempo, alcanzando su máxima expresión cuando se dan las mínimas abundancias. Pyrrophyta, cuando aparece, presenta al igual que el resto de los grupos (Fig. 2) estratificación de las abundancias, con una tendencia a la homogeneización de estas durante los meses invernales; Chlorophyta presenta un período de homogeneidad más claro entre junio y agosto, período que en Cyanophyta es aún más extenso: fines de mayo a comienzos de septiembre (Fig. 2). Euglenophyta es el grupo que presenta distribución espacio-temporal más homogéneo, oponiéndose al esquema distribucional pre-

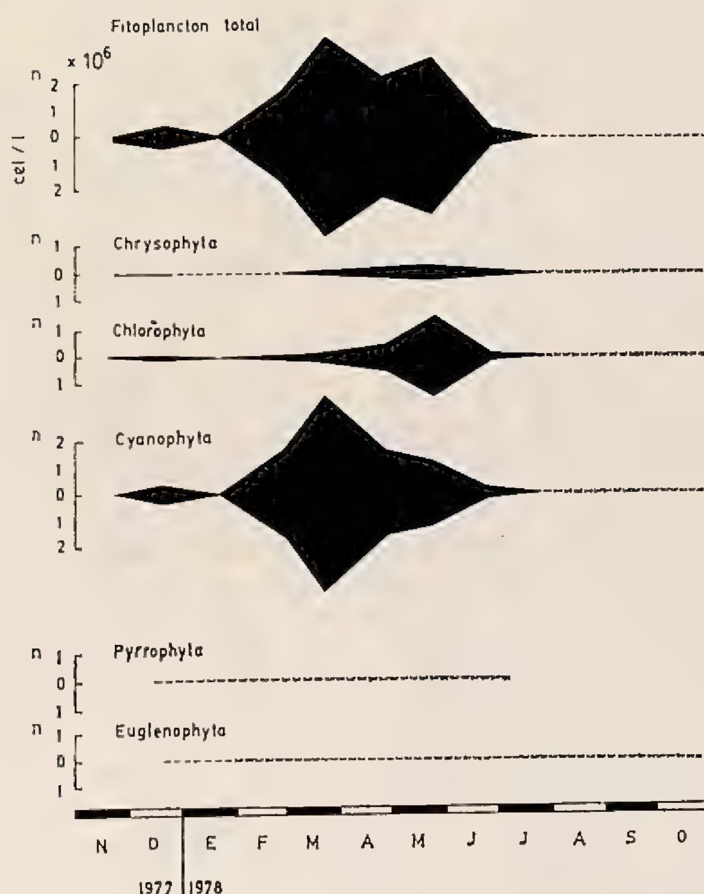


Fig. 1 Abundancias numéricas mensuales, total y por grupo, del fitoplancton de la laguna El Plateado.

sentado por Chrysophyta. De lo anteriormente expuesto, se deduce que el esquema de distribución vertical de las abundancias de cada grupo es diferente, yendo desde una estratificación permanente hasta una distribución homogénea en el espacio a lo largo del tiempo.

La distribución antes expuesta de los diferentes grupos, puede estar influenciada por las características hidrodinámicas de la masa de agua. Un estimador de estas características lo constituye el comportamiento térmico de

Fig. 2 Distribución témporo-espacial de las abundancias de cada grupo fitoplanctónico registrado en la laguna El Plateado.

las aguas de la laguna (Fig. 3) que en el caso de este lago permite diferenciar dos condiciones extremas; una de *estratificación* durante la época de verano, con presencia de una termoclina que comienza a formarse a principios de primavera y a desaparecer a comienzos de otoño (Domínguez et al. 1976 y 1981) hasta terminar con una homogeneidad térmica durante los meses invernales (Domínguez et al. op. cit.), lo que permite inferir que en este período la masa de agua está circulando a lo largo de la columna de agua.

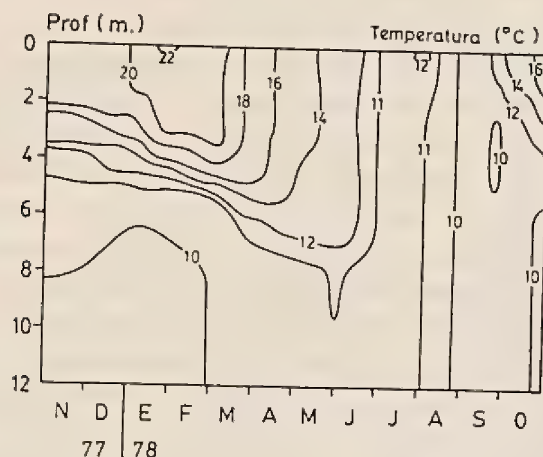


Fig. 3 Distribución cronológica de las isotermas de la laguna El Plateado.

Al superponer los modelos espacio-temporales de las abundancias (Fig. 2) con el modelo térmico (Fig. 3) se aprecia que en la medida que la termoclina tiende a desaparecer, la taxocenosis tiende a una distribución más homogénea en profundidad, aunque se producen respuestas diferentes en los grupos que la componen según se señaló anteriormente.

Según lo establecido anteriormente para los diferentes grupos fitoplanctónicos, se evidencia que la distribución vertical de ellos excede el límite de la zona eufótica. Este límite, variable en el tiempo, puede estimarse para El Plateado entre 0.6 y 4.0 m. de profundidad para invierno y verano, respectivamente, en base a las lecturas del disco de Secchi (Domínguez et al. 1976) y según el criterio de Vollenweider (1969). Un alto porcentaje de algas encontradas bajo este límite presentó características similares a las de aquellas detectadas en superficie, siendo fácilmente diferenciables de aquellas células en descomposición. Como una forma de estimar el nivel de importancia del fitoplancton presumiblemente activo en la zona afótica, se estableció una relación entre densidad fitoplanctónica en zona eufótica y densidad fitoplanctónica en la zona afótica (Tabla 1). La taxocenosis global tiende a mantenerse en la zona eufótica al igual que cada uno de los grupos, aunque la circulación de la masa de agua durante el invierno parece influir en la manifestación de una distribución más homogénea de las algas en la columna de agua.

TABLA 1. Relación entre abundancia de fitoplancton en zona eufótica/abundancia de fitoplancton en zona afótica en la laguna El Plateado.

	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL	AGO.	SEP.	OCT.
FITOPLANCTON TOTAL	1.2	4.4	91.9	11.2	23.8	1.2	0.5	3.0	11.7	0.4	3.5	6.2
CHRYSOPHYTA	1.8	3.0	26.1	6.6	8.5	4.6	2.2	0.8	1.2	0.6	2.9	3.8
EPITHEMIACEAE	2.0	0.0	61.8	7.7	1.4	0.6	0.8	0.10	$3x10^{-3}$	$4x10^{-3}$	$8x10^{-3}$	$8x10^{-4}$
COSCINODISCACEAE	1.3	$5x10^{-3}$	$8x10^{-3}$	13.3	$2x10^{-3}$	$3x10^{-4}$	5.9	0.2	$1x10^{-3}$	$2x10^{-3}$	$1x10^{-3}$	0.0
SURIRELLACEAE	$6x10^{-3}$	0.0	0.0	0.2	0.0	0.01	$9x10^{-3}$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
NITZSCHIACEAE	6.0	0.0	187.0	0.1	$6x10^{-3}$	$7x10^{-3}$	3974	$3x10^{-3}$	6.0	0.02	$8x10^{-3}$	0.0
CHLOROPHYTA	1.8	182.5	104.3	26.4	19.6	12.0	1.2	3.0	11.4	$8x10^{-4}$	5.4	306.0
EUGLENOPHYTA	$1x10^{-2}$	225.0	0.5	748.0	1.2	2.6	2.7	1.4	9.0	$1x10^{-3}$	7.18	7.4
CYANOPHYTA	0.4	4.1	105828	11.0	25.3	0.2	1.0	5.2	46.4	0.01	1.6	1.2
PYRROPHYTA	0 0	$6x10^{-4}$	4790	24.5	6.8	7.3	2.8	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0

A nivel de familias, aquellas pertenecientes a Pyrrophyta y Euglenophyta siguen el esquema anterior, pero en el caso de Chrysophyta existen familias con un comportamiento diferente. Así Surirellaceae aparece como propia de la zona afótica (Tabla 1) y Coscinodiscaceae, Epithemiaceae y Nitzchiaceae durante algunos períodos tienden a persistir en esta zona.

La presencia de algas fitoplanctónicas en profundidad durante el invierno puede ser causada fundamentalmente por la circulación de la masa de agua. Sin embargo, la persistencia de aquellas algas pertenecientes a las familias ante nombradas en la zona afótica hacen pensar que, además, deben existir adaptaciones que les permitan sostener actividad vital en esta zona; este fenómeno ha sido señalado por otros autores como Hutchinson (1967), Wetzel (1975) y Golterman (1975). Esto permite postular que algunas especies fitoplanctónicas pueden cumplir el rol de acumular biomasa en profundidad y en condiciones ambientales adversas.

2. *Análisis a nivel de especies.*

Considerando que la estructura de la comunidad es el reflejo de respuesta diferenciales de cada una de las especies componentes de ella a la oferta ambiental, el comportamiento de estas especies puede configurar esquemas variables de la comunidad a través de un ciclo anual. Para detectar estas variaciones temporales se utilizó como estimador el índice de diversidad de Shannon.

Sin considerar Cyanophyta por las razones expuestas anteriormente, los valores medios en diversidad de especies ($\overline{H}$) para la columna de agua (Fig. 4) se incrementan en la medida que se establece la estratificación térmica, derivado de una mayor heterogeneidad ambiental, para luego comenzar a disminuir a medida que la circulación compromete mayores volúmenes

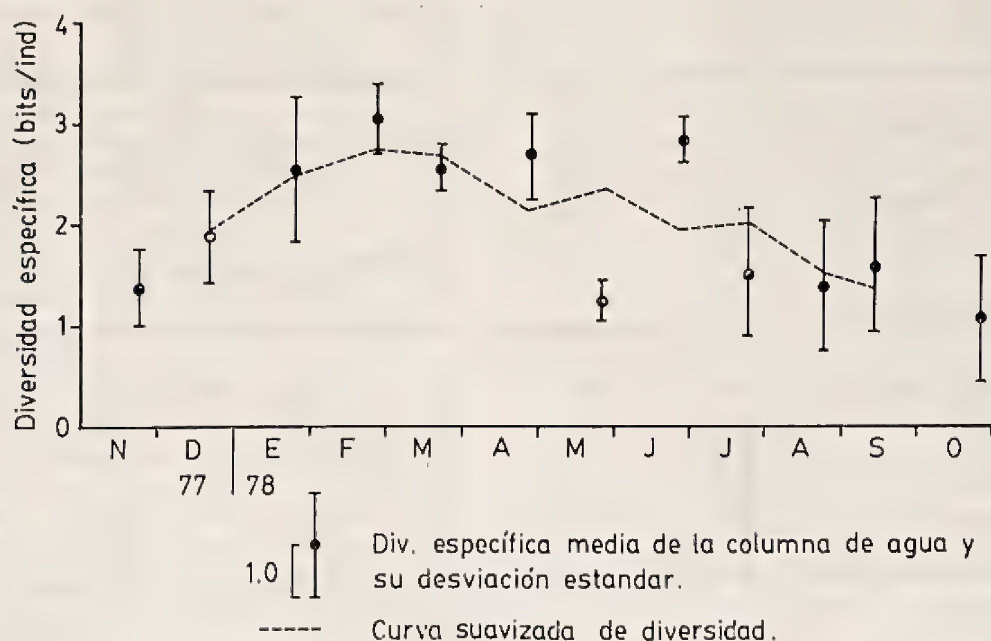


Fig. 4. Valores medios mensuales de la diversidad de especies del fitoplancton de laguna El Plateado.

de agua (Figs. 3 y 4). La variabilidad de la diversidad de especies en el sentido vertical, reflejada por la desviación estandard (Fig. 4), sigue un patrón semejante al de la diversidad, manifestándose un incremento de ella hacia el final de la circulación total. Este período de circulación se presenta como crítico para la comunidad y se refleja en la baja densidad numérica de ella (Figs. 1 y 2).

La variación de los valores del índice de diversidad específica permiten inferir características estructurales cambiantes en el tiempo y en espacio para esta comunidad. Sin embargo, al establecer una relación entre los valores del índice y el número de especies (Fig. 5) se aprecia la expresión de tres estados diferentes a lo largo del ciclo anual; dos de estos corresponden a períodos en que la diversidad de especies está sustentada por el aumento del número de especies y corresponden a momentos de condiciones extremas de la masa de agua: estratificación y mezcla de aguas (Fig. 3). Un tercer período se da en los meses correspondientes a otoño caracterizándose por la gran densidad numérica que presentan algunas especies, lo que las hace significativamente redundantes; esto se manifiesta en que éste es el período de máxima abundancia de la taxocenosis, por lo que puede estimarse que durante él se da la máxima formación de biomasa fitoplanctónica. Las especies *Tetraedron minimum, Dynobryon divergens, Dictyosphaerium pulchellum, Fragilaria crotonensis, Synedra ulna* y *Epithemia sorex* son las especies de más alta redundancia numérica, siendo las que inciden en mayor grado en la gran

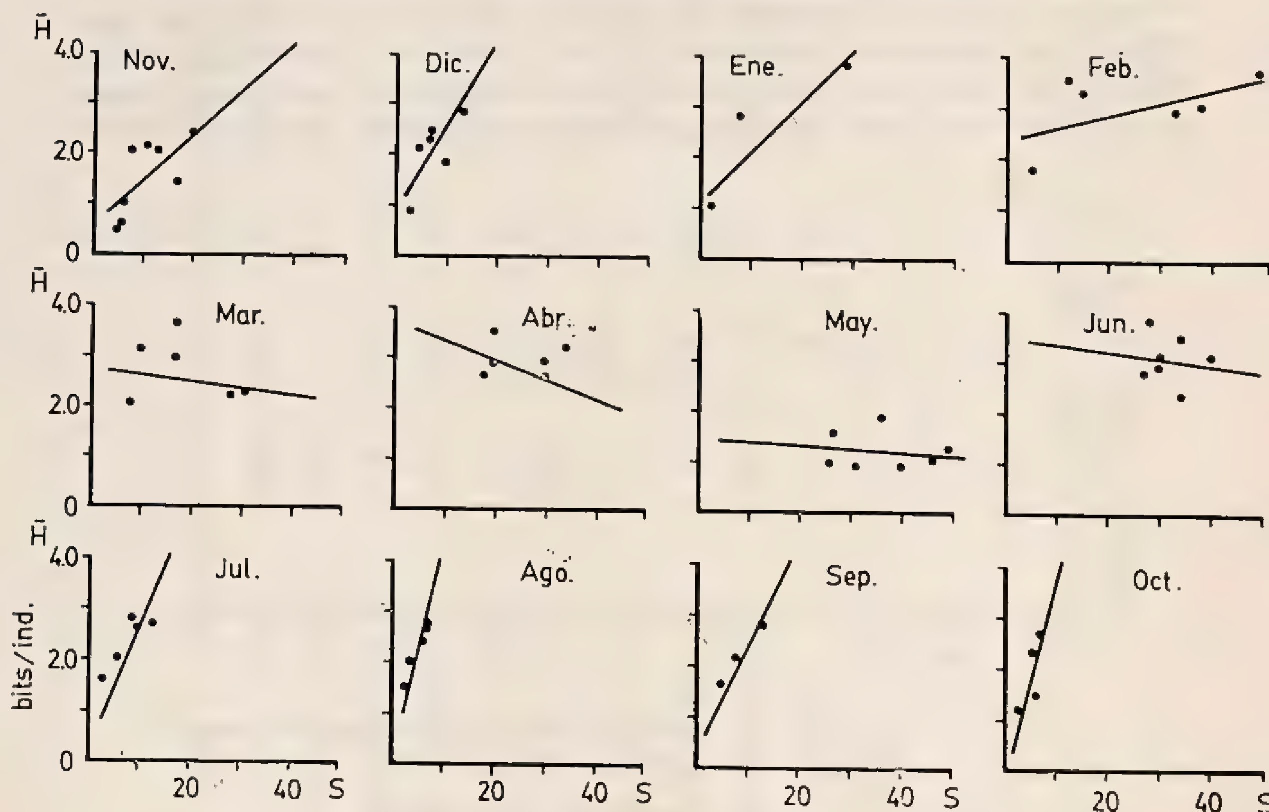


Fig. 5 Relación entre la diversidad de especies ($\overline{H}$) y el número de especies (S), para el fitoplancton de laguna El Plateado.

TABLA 2. ESPECTRO DE ESPECIES Y VALORES DE CONSTANCIA (%) Y DOMINANCIA (%).

ESPECIE	Constancia	Dominancia
CHRYSOPHYTA		
Caloneis westii (Wm. Smith) Hendey var. *westii*	2.7	0.01
Gyrosigma spenceri (Quik.) Griff & Henfr. var. *spenceri*	4.0	0.01
Diploneis subovalis Cleve	2.7	x
Navicula salinarum Grun. var. *intermedia* (Grun.) Cleve	25.7	0.04
Navicula gracilis Ehr.	5.4	0.05
Navicula finmarchica (Cleve & Grun.) Cleve var. *finmarchica*	18.9	0.17
Navicula radiosa Kütz. var. *radiosa*	32.4	0.04
Navicula cincta (Ehr.) Kütz.	1.4	x
Navicula lanceolata (Ag.) Kütz.	1.4	x
Navicula simula Patrick	2.7	x
Navicula lateropunctata Wallace	9.4	0.03
Navicula cuspidata (Kütz.) Kützing	9.4	0.01
Navicula sp. 1	10.8	0.08
Navicula sp. 2	4.0	0.09
Navicula sp. 3	1.4	x
Navicula sp. 4	1.4	x
Navicula sp. 5	1.4	x
Navicula sp. 6	2.7	x
Navicula sp. 7	12.2	0.02
Mastogloia elliptica Agardh.	2.7	x
Mastogloia sp. 1	4.0	0.07
Pinnularia divergens W. Sm. var. *divergens*	14.9	0.02
Pinnularia brevicostata Cl. var. *intermedia* Manguin f. cuneata f. nova	2.7	x
Pinnularia pinedana Rivera var. *attenuata Rivera.*	2.7	x
Pinnularia gibba (Ehr.) var. *parva* (Ehr.) Grun.	1.4	x
Pinnularia viridis (*Nitz*) Ehr. var. *intermedia* Cleve	2.7	x
Pinnularia microstauron (Ehr.) Cleve	1.4	x
Pinnularia biceps Gregory var. *biceps*	4.0	x
Denticula elegans Kütz. var. *elegans*	4.0	0.01
Epithemia sorex Kütz. var. *sorex*	71.6	0.62
Epithemia argus Kütz. var. *longicornis* Grun.	2.7	0.80
Epithemia turgida Ward Whipple	2.7	0.02
Epithemia intermedia Fricke	1.4	x
Epithemia aff. zebra	2.7	0.01
Rhopalodia musculus (*Kütz.*) O. Müll.	2.7	x
Rhopalodia gibba (Ehr.) O. Müll.	12.2	0.03
Rhopalodia gibberula (Ehr.) O. Müll. var. *gibberula*	2.7	0.05
Coccinodiscus sp. 1	2.7	0.01
Melosira varians Agardh	32.4	0.14
Melosira granulata (Ehr.) Ralfs	2.7	0.01
Melosira pseudogranulata Cleve-Euler	25.7	0.08
Skeletonema sp. 1	1.4	0.01
Amphora lineolata Ehr. var. *lineolata*	1.4	0.02
Amphora exigua Gregory var. *exigua*	2.7	0.05
Cymbella affinis Kütz. var. *affinis*	1.4	x
Cymbella ventricosa Kütz. var. *ventricosa*	12.2	0.03
Cymbella prostrata (Berk.) Cleve var. *prostrata*	1.4	x
Cymbella tumida (Bréb.) Van Heurk	8.1	0.01
Cymbella sp. 1	4.0	x
Cymbella sp. 2	2.7	x

Gomphonema constrictum Ehr. var. *capitatum* (Ehr.) Cleve	4.0	0.01
Gomphonema parvulum Kütz. var. *parvulum*	16.2	0.02
Gomphonema acuminatum Ehr. var. *acuminatum*	12.2	0.03
Gomphonema hebridense Gregory	4.0	x
Gomphonema montanum Schumann var. *subclavatum* Grunow	1.4	x
Cymatopleura solea (Brébisson) W. Smith	1.4	x
Surirella ovalis Bréb. var. *ovalis*	4.0	0.01
Surirella pseudolinearis Krasske var. *pseudolinearis*	1.4	x
Nitzschia thermalis (Ehr.) Auersw. var. *minor* Hilse	12.2	0.01
Nitzschia parvula Lewis var. *parvula*	1.4	x
Nitzschia tryblionella Hantzsch. var. *victoriae* Grun.	4.0	x
Nitzschia aff. seriata	1.4	0.01
Diatoma vulgare Bory var. *producta* Grunow	10.8	0.01
Diatoma anceps (Ehr.) Grunow	27.0	0.27
Diatoma hiemale (Lyngb.) Heib.	5.4	x
Diatoma tenue Agardh var. *tenue*	1.4	x
Diatoma sp. 1	18.9	0.30
Fragilaria crotonensis Kitton	47.3	3.11
Synedra ulna (Nitz.) Ehrenberg	60.8	0.20
Synedra acus Kützing var. *acus*	5.4	x
Synedra parasitica (W. Sm.) Hust. var. *subconstricta*	5.4	0.01
Synedra sp. 1	6.8	0.01
Ceratoneis sp. 1	1.4	0.01
Achnanthes biasolettiana (Kütz.) Grunow var. *biasolettiana*	2.7	x
Achnanthes hungarica (Grun.) Grunow var. *hungarica*	14.9	0.41
Cocconeis californica Grunow var. *lengana* Rivera	16.2	0.57
Biddulphia sp. 1	1.4	0.01
Biddulphia sp. 2	1.4	x
Biddulphia sp. 3	1.4	x
Chaetoceros sp. 1	1.4	x
Eucampia sp. 1	1.4	x
Corethron sp. 1	1.4	0.01
Detonula sp. 1	1.4	x
Dinobryon divergens Imhof var. *divergens*	37.8	12.93
CHLOROPHYTA		
Tetraedron minimum (A. Br.) Hansg.	68.9	10.70
Ankistrodesmus falcatus (Corda) Ralfs.	32.4	0.43
Cerasterias irregularis G. M. Smith	12.2	0.02
Oocystis sp. 1	17.6	0.13
Kirchneriella lunaris (Kirch.) Moebius	8.1	0.08
Dictyosphaerium pulchellum Wood	31.1	58.85
Actinastrum sp. 1	1.4	x
Coelastrum sp. 1	1.4	1.22
Crucigenia fenestrata Schmidle	18.9	0.04
Crucigenia quadrata Morren	32.4	0.19
Scenedesmus arquatus G. M. Smith	24.3	0.37
Scenedesmus bijuga (Turpin) Lagerh	28.4	1.52
Scenedesmus quadricauda (Turpin) de Brébisson	23.0	0.08
Pediastrum tetras (Ehrenberg) Ralfs.	13.5	0.03
Gonatozygon aculeatum Hastings	13.5	0.03
Cosmarium portianum Archer	10.8	0.01
Cosmarium sp. 1	5.4	0.01
Closterium tortum Griffiths	48.6	0.86
Closterium aciculare T. West	23.0	0.02
Closterium aff. dianae	1.4	x
Penium cylindrus (Ehrg.) Bréb.	24.3	0.03

Staurastrum disputatum West et. West var. *extensus* (Borge) West et West	6.8	0.01
Staurastrum punctulatum Brébisson in Ralfs	1.4	x
Staurastrum tetracerum Ralfs	23.0	1.54
Staurastrum polymorphum Brébisson in Ralfs	35.1	0.30
Staurastrum octoverrucosum Scott & Gronblad	41.9	0.89
Staurastrum gracile Ralfs	33.8	0.26
Staurastrum manfeldtii Delpin var. *manfeldtii*	13.5	0.02
Staurastrum paradoxum Meyen var. *paradoxum*	1.4	x
Staurastrum leptocladum Nordst.	2.7	x
Staurastrum magnifurcatum Scott & Gronblad	4.0	x
Staurastrum sp. 1	1.4	x
Staurastrum sp. 2	1.4	x
Staurastrum sp. 3	2.7	x
Staurastrum sp. 4	1.4	x
Staurastrum sp. 5	2.7	x
Staurodesmus triangularis (Lagerheim) Teiling	4.0	0.02
Staurodesmus extensus (Anderson) Teiling	1.4	x
Staurodesmus cuspidatus (Breb.)	24.3	0.10
Staurodesmus glaver var. *limnophilus* Teiling	37.8	0.72
Staurodesmus dickiei (Ralfs.) Lillieroth	2.7	x
Staurodesmus sp. 1	1.4	x
EUGLENOPHYTA		
Phacus tortus (Lemm.) Skvortzow	40.5	0.10
Phacus curvicauda Swirenko	37.8	0.06
Trachelomonas sp. 1	33.8	0.36
Euglena acus Ehr.	23.0	0.03
Euglena sp. 1	17.6	0.02
PYRROPHYTA		
Peridinium Willei Huitf. Kaas	13.5	0.12
Peridinium sp. 1	36.5	0.10

(x) valor inferior a 0.01.

abundancia del fitoplancton durante el período de otoño (Fig. 6). De acuerdo al criterio de constancia-dominancia (Tabla 2) estas especies pueden considerarse como importantes para la taxocenosis, correspondiendo a esta categoría de importantes sólo el 17.4% del total de especies detectadas; las restantes especies (109) aparecen esporádicamente y en baja densidad poblacional.

Al comparar la comunidad fitoplanctónica entre un mes y otro (Fig. 7), utilizando el índice de Winer y llevado a dendrogramas, también se manifiestan tres estados estructurales de ella. La primera corresponde a los meses de abril a julio (circulación de la masa de agua), la segunda corresponde de septiembre a enero (inicio y establecimiento de la estratificación térmica) y la tercera al período de máxima estratificación (febrero-marzo). Las especies tipificantes para estos períodos son *Dictyosphaerium pulchellum, Ankistrodesmus falcatus y Tetraedron minimum,* respectivamente. Estos períodos coinciden con aquellos definidos en el análisis global de la taxocenosis (Figs. 1 y 2), en el de diversidad de especies (Figs. 4 y 5) y se corresponden con aquellos que estima Lembeye (1974) en base al fitoplancton superficial.

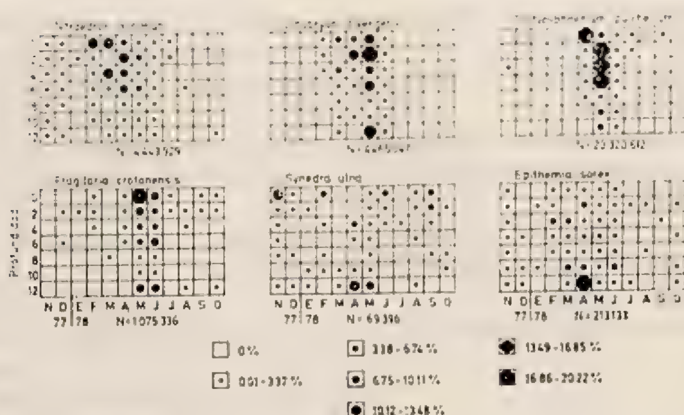


Fig. 6. Abundancia relativa de las especies más importantes del fitoplancton de laguna El Plateado.

Los esquemas antes planteados no aparecen definidos con claridad para la zona afótica. Las especies definidas anteriormente como importantes, tienden a concentrarse en estrato superficial (Fig. 6), lo que permite estimar que los esquemas de dominancia difieren en la zona afótica siendo, al mismo tiempo, más variables. Esto se refleja en el análisis de similaridades (Fig. 7), el cual no muestra una clara definición de períodos como ocurre con la zona eufótica, dándose más bien la visión de una estructura cambiante en el tiempo; esto posiblemente se deba a que la mayor causal de la presencia de fitoplancton en esta zona sean los procesos de sedimentación, cuya velocidad, unida al grado de turbulencia de la masa de agua, condicionarían la abundancia del fitoplancton en esta zona.

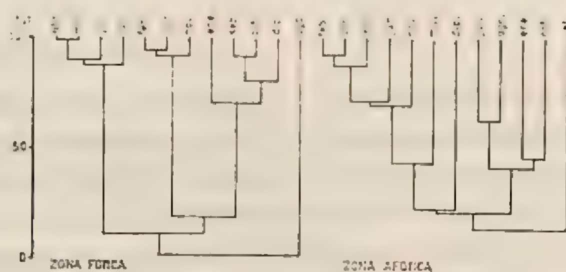


Fig. 7. Dendrogramas de similaridad biocenótica, según índice de Winer.

CONCLUSIONES

El fitoplancton de la laguna El Plateado se caracteriza por la fuerte abundancia de Cyanophyta, siendo los demás grupos presentes, en orden decreciente de importancia, Chlorophyta, Chrysophyta, Euglenophyta y Pyrrophyta. La fenología de la taxocenosis muestra dos pulsos de alta densidad numérica; el primero, en marzo, se caracterizó por la dominancia de Cyano-

phyta y el segundo, en mayo, por el incremento de la densidad de Chlorophyta y Chrysophyta.

El esquema de distribución espacio-temporal de las densidades numéricas de cada grupo va desde una estratificación permanente hasta la homogeneidad en el siguiente orden: Chrysophyta, Pyrrophyta, Chlorophyta, Cyanophyta y Euglenophyta.

En la composición de especies se establecen tres estados diferentes de la taxocenosis durante el ciclo anual: el primero se extiende desde primavera hasta fines de verano, el segundo durante el otoño y el tercero a través del resto del año. La elevada redundancia de especies y las grandes densidades numéricas que caracterizan al período de otoño, permiten inferir que durante este período se realiza la máxima actividad del fitoplancton. El esquema fenológico del fitoplancton es coincidente con el ciclo térmico de la laguna El Plateado, lo cual se refleja tanto a nivel de grupos como de especies componentes.

REFERENCIAS

AVENDAÑO, V. y F. SAIZ. 1977. Taxocenosis de rotíferos limnéticos de la laguna El Plateado. An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso, 10: 121-133.

CABRERA, S., V. MONTECINOS, I. VILA, N. BAHAMONDE, I. BAHAMONDES, I. BARENDS, R. RODRIGUEZ, R. RUIZ y D. SOTO. 1977. Características limnológicas del embalse Rapel, Chile Central. Sem. Medio Ambiente y represas. Montevideo, Uruguay. Pub. O.E.A. Depto. Asuntos Científicos y Tecnológicos. Tomo I: 40-61.

CAMPOS, H., E. BUCAREY y J. ARENAS. 1974. Estudios limnológicos del lago Riñihue y río Valdivia (Chile). Bol. Soc. Biol. de Concepción, **68**: 47-67.

CAMPOS, H., J. ARENAS, W. STEFFEN, C. ROMAN y G. AGUERO. 1982. Limnological study of lake Ranco (Chile). Morphometry, physics, chemistry and plankton. Arch. Hydrobiol., **94** (2): 137-171.

DELLAROSSA, V., E. UGARTE y O. PARRA. 1976. Estudio limnológico de las lagunas "Chica de San Pedro", "La Posada" y "Lo Méndez". II. Aspectos cuantitativos del fitoplancton invernal y su relación con algunas características físicas y químicas del ambiente. Bol. Soc. Biol. de Concepción, **50**: 87-101.

DOMINGUEZ, P. y L. ZUÑIGA. 1976. Análisis fenológico de los cladóceros limnéticos (Crustacea:Entomostraca) de la laguna El Plateado (Valparaíso). An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso, **9**: 35-44.

DOMINGUEZ, P., H. MOLINA y F. SAIZ. 1981. Variaciones temporales de las condiciones químicas de una laguna eutrófica de régimen monomíctico templado. An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso, **14**: 175-184.

DOMINGUEZ, P., L. ZUÑIGA y G. LEMBEYE. 1976. Observaciones sobre las condiciones químicas y físicas de la laguna El Plateado. Not. Mens. Mus. Nac. Hist. Nat. Santiago, 20 (235-236): 3-11.

GOLTERMAN, H. L. 1975. Physiologycal Limnology. Ed Elsevier Scientific Publishing Co. Amsterdan, Oxford, New York. 489 pp.

HUTCHINSON, G. E., 1967. A treatise on Limnology. Vol. II. Introduction to lake biology and the limnoplankton. John Wiley & Sons, Inc. New York, U.S.A. 1115 pp.

LEMBEYE, G. 1974. Análisis fenológico del fitoplancton limnético superficial de la laguna El Plateado (Valparaíso). Tesis Universidad Católica de Valparaíso.

NAVARRO, N. y S. AVARIA. 1971. Fitoplancton del lago Peñuelas. An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso, 4:287-338.

PARRA, O. O., V. DELLAROSSA y E. UGARTE. 1976. Estudio limnológico de las lagunas "Chica de San Pedro", "La Posada" y "Lo Méndez". I. Análisis cuali y cuantitativo del

plancton invernal. Bol. Soc. Biol. de Concepción, **50**: 73-86.

PARRA, O. O., E. UGARTE y V. DELLAROSSA. 1981. Periodicidad estacional y asociaciones en el fitoplancton de tres cuerpos lénticos en la región de Concepción, Chile. Gayana (Bot.), **36**: 1-35.

PARRA, O. O., E. UGARTE y S. MORA. 1980. Remarks on a bloom of *Microcystis aeruginosa* Kützing. Nova Hedwigia 33:971-1004.

SAIZ, F. 1980. Experiencias en el uso de criterios de similitud en el estudio de comunidades. Arch. Biol. Med. Exp., **13**: 387-402.

SAIZ, F. y V. AVENDAÑO. 1976. Análisis comunitario e instrumentos para su interpretación en artrópodos del Parque Nacional "Fray Jorge". An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso, **9**:84-104.

VOLLENWEIDER, R. 1969. A manual on methods for measuring Primary Production in Aquatic Environments. IBP Handbook Nº 12. 244 pp.

WETZEL, R. 1975. Limnology. W. B. Saunders Co. Philadelphia, U.S.A. 743 pp.

EFECTO DE *ACACIA CAVEN* (MOL.) HOOK ET ARN., SOBRE LA ACAROFAUNA EDAFICA.

ANA SALAZAR y FRANCISCO SAIZ

ABSTRACT: Plants, either as trophic resource or as agents of abiotic conditions, have an important effect on the nature and functionality of the edaphic community. *Acacia caven* (Mol.) Hook et Arn is a typical tree of mediterranean region of Chile and we are interested to know its effects on the acarological composition of soil fauna.

The study was carried out in the "Reserva Forestal Peñuelas", V Región, Chile, through Spring, 1982. The sampling design includes 6 transects that compries areas under *Acacia* canopies and areas in contiguous pastures. In each transect we defined 4 stations: 2 under canopies and 2 immediately outside this area. Water content, pH and acarological composition was measured in each station. The latter was measured in strata from 0-4 and from 4-8 cm.

We conclude as follows:

1. *Acacia*'s canopy creates special abiotic conditions: greater humidity and lower pH than areas immediately adjacent.
2. Under the tree there are more individuals and species and higher specific diversity of Acari
3. The effect of *Acacia caven* (Mol.) increases as a function of soil depth.
4. Actinedida and Acaridida were the orders of Acari most affected by the presence of *Acacia caven*

El suelo es el producto de la interacción en el tiempo de la roca madre, la topografía, el clima y los organismos. Sus características particulares dependen de la naturaleza del proceso pedogenético seguido, por participación diferencial de dichos factores (Margulis 1963, Foth 1978, Parisi 1979, Ghilarov 1970, Burges 1971). El rol de los organismos en el suelo incluye dos aspectos fundamentales: participantes del proceso pedogenético y participantes de la funcionalidad actual del suelo, siendo obvio que el segundo forma parte del primero. Dicho rol implica el desmenuzamiento de la materia orgánica facilitando tanto el ataque microbiano, la regulación de la comunidad edáfica a través de relaciones interespecíficas como predación, competencia, etc., como la mineralización de los restos orgánicos (Foth 1978, Margulis 1963, Webb 1977, Crossley 1977, Parkinson et al. 1977, Kaczmarek 1977).

Las dos primeras funciones señaladas recaen fundamentalmente en la mesofauna (Bachelier 1978, Van der Drift 1951, Rapoport 1959) la que incluye diversidad de grupos cuyos elementos dominantes corresponden a la Clase Acari y al Orden Collembola (di Castri 1963, di Castri, Astudillo y Sáiz 1975, Margalef 1980, Sáiz 1975, Edwards y Fletcher 1977, Sáiz y di Castri 1971, Covarrubias, Rubio y di Castri 1964, Burges 1971).

Estudios sobre estructura comunitaria edáfica han establecido que algunas relaciones entre grupos servirían como caracterizantes biológicos de distintos tipos de suelos. Así, por ejemplo, la relación Oribatida/Acaridida sería índice de grados de acción antrópica (Sáiz, di Castri 1971); la relación

Sección Ecología. Universidad Católica de Valparaíso, casilla 4059. Valparaíso, Chile.

Actinedida/Oribatida un posible indicador del grado de higrofilia del suelo (Sáiz 1975), o bien, el índice de Krivolutsky (en Bachelier 1978) que relaciona el número de individuos de Oribatida con un coeficiente ambiental que incluye en su construcción la cantidad de hierbas anuales, hojarasca, precipitaciones, evaporación y radiación solar.

De lo expuesto queda en evidencia que el aporte energético al suelo deriva del sistema epigeo, denotándose una clara dependencia entre los sistemas aéreo y edáfico. En consecuencia, la naturaleza de dicho aporte es determinante de las características abióticas del suelo y de su composición biológica (Rapoport e Izarra 1966, Summers y Lussenhop 1976).

Este hecho ha motivado la definición del suelo como "sistema relativamente cerrado, compuesto por dos fases o subsistemas abiertos: epigeo y endogeo" (di Castri, Astudillo y Sáiz 1975). Por la misma razón, Kuhnelt (1970) cuestiona la utilización del término biocenosis para referirse aisladamente a los sistemas biológicos epigeo o hipogeo.

Entre los antecedentes concretos de la posible acción de *Acacia caven* (Mol.) Hook et Arn., está el hecho que sus frutos normalmente quedan sobre el suelo bajo su área de cobertura y su macerado es fuertemente ácido, por lo que se supone una acción acidificante sobre el suelo subyacente. Por otra parte, el follaje, al condicionar un microclima diferencial, más húmedo y más frío, podría ser un factor de acumulación de materia orgánica por mayor desarrollo y persistencia del estrado herbáceo bajo ella. Además, estudios sobre fauna epigea (Vásquez y Sáiz 1978; Sáiz, Toro y Vásquez 1980) informan que la taxocenosis de coleópteros epigeos al ser afectada por el desecamiento herbáceo utiliza las áreas bajo los árboles como refugio temporal a las condiciones xéricas que van gestándose.

Los antecedentes expuestos nos llevan a plantear la hipótesis que la presencia de árboles de *Acacia caven* afecta la composición acarológica del suelo, hipótesis que se intentará verificar a través de los objetivos específicos siguientes:

1. Evaluación del efecto de la presencia de *Acacia caven* sobre las características abióticas del suelo.
2. Evaluación del efecto de la presencia de *Acacia caven* en la composición acarológica de la fauna del suelo.
3. Estimación de la influencia de la profundidad del suelo en la intensidad del efecto de *Acacia caven* sobre la acarofauna.

MATERIALES Y METODOS

Diseño Muestral

El Universo de estudio corresponde a los ácaros del suelo presentes en la estepa de *Acacia caven* existente en la Reserva Forestal de Peñuelas, Provincia de Valparaíso (33º 10' S, 71º 31' W), en la Primavera de 1982.

Como unidades de muestreo de primera etapa se usaron transectos asociados a espinos, incluyendo tanto área cubierta por esos árboles como pastizal adyacente (Fig. 1). Se consideró sólo espinos adultos de radio de cober-

tura no inferior a 2 m. y tallas no inferiores a 2.5 m. Se trabajó un total de 6 transectos seleccionados de la siguiente forma:

a. Se eligieron tres espinos al azar;
b. Cada uno de ellos se consideró el centro de una cruz orientada de acuerdo a los cuatro puntos cardinales seleccionándose al azar uno de los cuadrantes delimitados (Fig. 1A);
c. En el área de proyección de dicho cuadrante se eligió otro espino de las condiciones requeridas y que estuviera a una distancia no inferior a 25 m. del primero, sin que mediara ningún otro árbol (Fig. 1 A).

Las estaciones o puntos de muestreo (Fig. 1B) se establecieron de la siguiente manera:

a) *Bajo árbol*: una adyacente al tronco y otra a 3/4 del radio de cobertura del follaje medido desde el tronco (Fig. 1B, N.os 1 y 2).
b) *Fuera de árbol*: la distancia entre las estaciones más externas, bajo cubierta, (Fig. 1B, Nº 2) de la dupla de árboles se dividió en 5 partes iguales, correspondiendo una estación a cada división. De este modo se midió la información desde la base del árbol hasta la máxima distancia de su influencia configurándose así, en cada caso, dos transectos de primera etapa de muestreo.

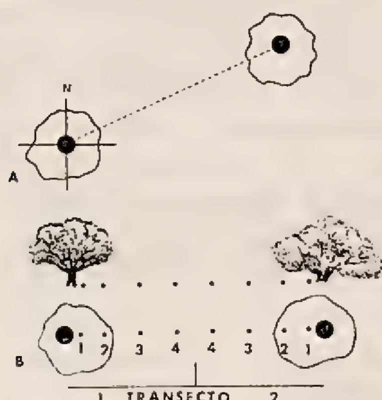


Fig. 1 Diseño muestral para la selección de los transectos y para la elección de las estaciones. A = elección de árbol pareja, B = disposición de las estaciones de muestreo.

En cada estación se extrajeron dos unidades muestrales, de 250 cm³ de suelo, correspondiendo una a los primeros 4 cm. y la otra a los 4 cm. siguientes. Ello da un total de 48 unidades muestrales finales.

Cada unidad fue procesada en embudos Berlese-Tullgren de 11 cm. de diámetro y malla de 3 mm. durante 7 días (Covarrubias y Sáiz 1971).

Desde el punto de vista abiótico se midió, en cada estación de muestreo, el PH del suelo (Jackson 1970) y su contenido de agua (%) por el método gravimétrico.

El aspecto vegetación fue considerado mediante la composición específica, cobertura y altura promedio del estrato herbáceo.

Los promedios y desviaciones estándares de las distancias entre estaciones de muestreo, de la longitud total de los transectos y del radio de cobertura de los espinos se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1: Promedio y desviación estándar de distancias entre estaciones de muestreo, de longitud total de los transectos y de radios de cobertura de los espinos (m).

	Promedio	Desv. estándar
Largo transecto	13.8	0.9
Entre estaciones bajo árbol (1 y 2)	2.0	0.4
Entre estaciones 2 y 3	4.7	0.4
Entre estaciones fuera de árbol (3 y 4)	4.7	0.4
Radio de cobertura del árbol	2.3	1.2

Parámetros estadísticos.

En el análisis cuantitativo se usaron los siguientes estimadores y tests:

1. Similitud taxonómica
   a) Indice de Jaccard (S_j) (Sáiz 1980)
   b) Indice Chi Cuadrado (x^2) (Sokal y Rohlf 1969)
   c) Diversidad de situaciones (I) (Pielou 1979)
   $I = S\, n \log n - (\Sigma\, a_j \log a_j) + (n - a_j) \log (n - a_j)$;
   donde: n= total de sitios comparados
   S = total de especies
   a_j = número de inventarios en que se encuentra presente la especie j.
2. Similitud biocenótica
   a) Indice de Winer (S_w) (Sáiz 1980)
   b) Coeficiente de correlación de Pearson (r) (Sokal y Rohlf 1969).
3. Diversidad específica
   a) Indice de Shannon (H') (Pielou 1969, 1975)
   b) Error estándar de H'

$$SE(H') = \sqrt{[\Sigma p_i \log^2 p_i - (H')^2]/N}$$

donde $p_i = n_i/N$
n= Número de individuos de la especie i
N= Total de individuos.
(Basharin, en Lloyd et al, 1968)
   c) Intervalo de confianza para H' (95%)
   $(H') \pm SE(H')\, t_{n-1\,(0.95)}$ (Pielou 1966)
   d) Diversidad relativa (J') (Pielou 1969, 1975)
4. Sobreposición de diversidades específicas.
   Indice de Horn (R_o) (Horn 1966).
5. Test de Mann Whitney (Sokal y Rohlf 1969).

Los algoritmos utilizados para la confección de dendrogramas fueron:

1. WPGM (Weighted pair-group method), para los índices S_j, S_w y R_o (Sokal y Sneath 1963).
2. Minimización del aumento de información (Pielou, 1979) para I.

Nota. En la determinación del material biológico se siguió la nomenclatura presentada por Bachelier (1978), quien la sustenta en los trabajos de Baker y Wharton (1952), Krantz (1970), Van der Hammon (1972) y Coineau (1974). El criterio de especie utilizado es el de morfoespecie definida por los autores.

RESULTADOS Y DISCUSION

1. *Aspectos microclimáticos.*

Con el objeto de evaluar si la presencia de espinos gesta condiciones microclimáticas particulares, se comparan las situaciones bajo árbol (BA) y fuera de árbol (FA), usando el test de Mann Whitney (Sokal y Rohlf 1969), tanto desde el punto de vista del pH como del contenido de agua en el suelo y de la altura del estrato herbáceo (Cuadro 2).

Del cuadro se deduce una evidente diferencia entre ambas situaciones (todos los valores significativos para p= 0.05), siendo un pH más ácido, una mayor altura del estrato herbáceo y una mayor humedad, características asociadas al suelo cubierto por espinos, en relación al no cubierto por ellos.

La dependencia de dichas condiciones de la presencia de *Acacia caven* está avalada por la uniformidad del estrato herbáceo integrado principalmente por gramíneas. Su composición específica es la misma en todas las situaciones estudiadas, y corresponde a la siguiente: *Hordeum murinum* (muy abundante), *Bromus mollis* (abundante), *Godetia gayana* (escasa).

Cuadro 2: Promedio y varianza de pH, contenido de agua (%) y altura del estrato herbáceo (cm.) para las situaciones bajo y fuera de árbol y significación (Mann Whitney) de las diferencias entre ellas (p= 0.05).

	Bajo árbol		Fuera árbol			
	$\overline{X}$	S^2	$\overline{X}$	S^2	U_o	U_c
Altura estrato herbáceo (cm.)	50.0	119.44	38.3	147.00	252	243
pH	4.9	0.05	5.2	0.01	129.5	117
Contenido de agua (%)	18.5	11.05	4.3	7.81	36	34

Para comprobar si la diferenciación microambiental establecida anteriormente, corresponde realmente a dos situaciones muy distintas o más bien está acorde a un gradiente creciente de influencia del espino, se compararon los valores de pH y contenido de agua entre todas las estaciones de muestreo en sentido del alejamiento del árbol (1, 2, 3 y 4 de Fig. 1) mediante el test de Mann Whitney, ratificándose que las estaciones de muestreo bajo árbol y

fuera de árbol configuran unidades particulares, respectivamente. Por lo tanto, no existe descenso gradual significativo de la influencia del espino (Cuadro 3).

Cuadro 3: Matrices de valores del test de Mann-Whitney entre estaciones de muestreo para contenido de agua y pH (Valores subrayados significativos para p = 0.05).

	pH					Contenido de agua			
	1	2	3	4		1	2	3	4
1	x	24.0	31.5	32.5	1	x	7.0	9.0	9.0
2		x	31.5	34.0	2		x	9.0	9.0
3			x	23.0	3			x	5.5
4				x	4				x

1 y 2 = bajo árbol; 3 y 4 = fuera de árbol.

2. *Análisis de la acarofauna edáfica.*

2.1. *Comparación entre las situaciones bajo árbol y fuera de árbol.*

Del análisis comparativo global de la información obtenida en las situaciones bajo árbol (BA) y fuera de árbol (FA), a través del número total de individuos y de especies de ácaros (Cuadro 4), de su distribución en órdenes (Cuadro 5), de la diversidad específica, ponderada con el índice de Shannon y sus intervalos de confianza del 95%, según expresión de Basharin (Lloyd, Zar y Karr 1968. Pielou 1966) y de la diversidad relativizada a la equidistribución específica (índice J'. Pielou 1969) (Cuadro 6), se desprende:

a) la condición bajo árbol es concentradora de individuos, es más rica en especies y presenta una diversidad específica integrada superior a la situación fuera de árbol, características que hacen pensar en taxocenosis más complejas y ambientes pedológicamente más favorables al desarrollo de la fauna del suelo, en que la presencia del espino estaría jugando un rol fundamental, y

b) la condición superficie del suelo (primeros 4 cm.) presenta, respecto a la profundidad, las mismas características que bajo árbol respecto a fuera de árbol.

Queda por demostrar si las diferencias corresponden a empobrecimiento de una misma fauna o a dos grupos de organismos altamente diferentes.

La respuesta a tal interrogante se buscó mediante tres vías de análisis complementarias, tendientes a demostrar similitudes:

a) Composición específica mediante índice de Jaccard (S_j) y X^2, considerando el universo acarológico como infinito.

b) Similitud biocenótica mediante el índice de Winer (S_w) y el coeficiente de correlación de Pearson (r).

c) Sobreposición de diversidades específicas mediante el índice de Horn (R_o).

Cuadro 4: Número de individuos (N) y de especies (S) colectados bajo árbol (BA) y fuera de árbol (FA), en superficie y profundidad, por órdenes de Acari.

Orden	Superficie						Profundidad						Total	
	BA		FA		Total		BA		FA		Total			
	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S
Acaridida	92	5	61	5	153	7	9	3	3	1	12	4	165	8
Gamasida	288	10	38	8	326	11	54	9	7	5	61	11	387	13
Oribatida	775	14	212	11	987	15	218	12	105	6	323	14	1.310	16
Actinedida	132	8	14	5	146	10	20	7	0	0	20	7	166	13
Total	1.287	37	325	29	1.612	43	301	31	115	12	416	36	2.028	50
Porcentaje	79.8	86.0	20.2	67.4	100.0	100.0	72.3	86.1	27.7	33.3	100.0	100.0		
Porcentaje					79.5	86.0					20.5	72.0	100.0	100.0

Cuadro 5: Distribución de acarofauna según principales órdenes de Acari.

Orden Acari	Porcentaje de individuos bajo árbol. Superficie	Profundidad	Razón BA/FA para el número de especies. Superficie	Profundidad
Acaridida	60.1	75.0	1.0 : 1.0	3.0 : 1.0
Gamasida	88.3	88.5	1.2 : 1.0	1.8 : 1.0
Oribatida	78.5	67.4	1.2 : 1.0	2.0 : 1.0
Actinedida	90.0	100.0	1.6 : 1.0	7.0 : 0.0

Cuadro 6: Diversidad (H'), intervalos de confianza 95%, y diversidad relativa (J') por situaciones y profundidad. Bits/individuo.

	BAJO ARBOL		FUERA ARBOL	
	Superficie	Profundidad	Superficie	Profundidad
H'	3.75 ± 0.12	3.13 ± 0.26	3.25 ±0.24	1.68 ± 037
J'	0.72	0.63	0.67	0.44

Desde el primer punto de vista, la información entregada en el cuadro 7 nos permite decir que la composición específica cambia de la situación bajo y fuera de árbol y entre superficie y profundidad, cabe aún preguntarse fundidad, en que sólo hay un 19% de especies comunes (análisis con S_j), efecto refrendado por X^2, usado aquí como medida de disimilitud. Estas diferencias son totalmente anuladas si se considera la frecuencia de individuos por especie, pues las pocas comunes son las dominantes, haciendo que por redundancia no se diferencien las dos situaciones consideradas (análisis por S_w y r). El índice de Horn, al demostrar alta superposición de diversidad específica, ratifica el efecto redundante de las especies dominantes. Por lo tanto, puede decirse que el espino afecta efectivamente la composición acarológica del suelo desde el punto de vista taxonómico, efecto al que escapan las especies dominantes las que son en gran porcentaje comunes a ambas situaciones estudiadas.

Cuadro 7: Valores de los índices de similitud taxonómica (S_j) y X^2 ($p = 0.05$); similitud biocenótica (S_w) y correlación (r) ($p = 0.05$) y sobreposición de diversidad específica (R_o), entre acarofauna bajo y fuera de árbol, para cada profundidad estudiada.

	Superficie	Profundidad
Jaccard (S_j)	0.53	0.19
X^2	0.89 N.S.	7.27 S. *
Winer (S_w)	0.94	0.95
Correlación (r)	0.97 S.	0.95 S.
Horn (R_o)	0.78	0.69

* = ad < cb

El efecto en profundidad (Cuadro 8) significa un visible cambio específico, en particular en la situación fuera de árbol, efecto que es anulado por

la coincidencia en ambas situaciones de las especies dominantes, del mismo modo que en el análisis precedente.

Cuadro 8: Valores de los índices de similitud taxonómica (S_j) y X^2 ($p= 0.05$); similitud biocenótica (S_w) y correlación (r) ($p= 0.05$) y sobreposición de diversidad específica (R_o), entre acarofauna de superficie y profundidad, para cada situación espacial.

	Bajo árbol		Fuera de árbol	
Jaccard (S_j)	0.61		0.36	
X^2	0.04	N.S.	0.30	N.S.
Winer (S_w)	0.96		0.97	
Correlación (r)	0.96	S.	0.97	S.
Horn (R_o)	0.87		0.84	

2.2. *Comparación en gradiente espacial.*

Si bien se han demostrado diferencias biológicas entre las situaciones bajo y fuera de árbol y entre superficie y profundidad, cabe aún preguntarse si el efecto de *Acacia caven* es de tipo global o se va diluyendo desde la base del árbol hacia el espacio no sometido a su influencia.

Para su estudio se utilizó la metodología de agrupamiento (clustering) de las similitudes entre unidades en estudio y su posterior presentación gráfica mediante dendrogramas.

Los estimadores de similitud utilizados y las razones de su uso son los siguientes:

a) Indice de Jaccard (S_j), para evaluar los cambios en la composición específica concretamente.

b) Indice de Winer (S_w), para evaluar, junto al efecto de la presencia de especies, el de la abundancia relativa de las mismas.

c) Indice de sobreposición de Horn (R_o), para medir, como su nombre lo indica, la sobreposición de las diversidades específicas.

El agrupamiento de los tres se hizo mediante el "weighted pair-group method" (WPGM) (Sokal y Sneath 1963).

d) Por último, se utilizó la técnica de agrupación basada en "la minimización del aumento de información", medida en este caso por el índice I (Materiales y Métodos), el cual ha sido derivado del de Shannon (Pielou 1979).

Un dendrograma en escalera es representativo de cambios secuenciales, más profundos en razón directa a la lejanía de las uniones a los valores 1 de la escala. La formación de grupos indica fracturas entre ellos y el grado de similitud intragrupos es representado por el nivel fenético de la unión que individualiza al grupo.

Desde el punto de vista de la composición específica (Fig. 2 A y B), es evidente la individualización de las situaciones bajo árbol y fuera de árbol como diferentes. Estos antecedentes, junto a la distribución de los valores de unión de S_w (Fig. 2 C) prácticamente entre 0.8 y 1.0, nos permite concluir

la existencia de dos unidades de composición acarológica a nivel de especie no dominantes y la graduación de la influencia de las dominantes.

La información entregada por el índice de Horn (Fig. 2 D) concurre a fundamentar lo concluido. Las diferentes tendencias mostradas por este índice en superficie respecto a profundidad, son debidas probablemente a la participación preferencial de especies dominantes en uno u otro extremo del presunto gradiente.

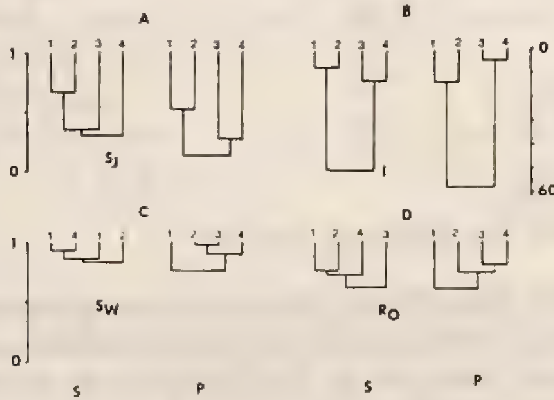


Fig. 2. Dendrogramas de: A= similitud taxonómica (S_j); B= diversidad de situaciones (I); C= similitud biocenótica (S_W) y D= sobreposición de diversidades específicas (R_O), para el total de ácaros según estratos (P= profundidad, S= superficie) en función de las estaciones de los transectos (1, 2, 3 y 4).

2.3. *Respuesta a nivel de órdenes.*

Dado que los distintos órdenes de ácaros tienen, en general, funciones diferentes en la fisiología edáfica (Bachelier 1978, Foth 1978, Parisi 1979, Burges 1971, Ghilarov 1970), se hace necesario su análisis particular.

De los cuadros 4, 9 y 10 se desprende en forma evidente el rol fundamental de Oribatida en la estepa de *Acacia caven* considerada como un todo. Estos resultados están en contradicción con los encontrados por Ryke y Loots y por Olivier y Ryke en estepas y sabanas de Africa del Sur (en Bachelier, 1978) y a los de di Castri (1963) y Covarrubias et al. (1964) en estepas chilenas, quienes informan de un predominio de Actinedida. La contradicción, al menos en lo que respecta a Chile, es aparente, ya que los autores mencionados consideran como sabana a nuestra estepa de *Acacia caven* y entregan información de predominio de Oribatida en las formaciones vegetales que ellos denominan sabanas. Predominios de este orden son regulares en formaciones forestales (Sáiz y di Castri 1971, Covarrubias et al. 1964, Zeiss y Hermosilla 1970, Sáiz 1975), existiendo, según Loots y Ryke (en Bachelier 1978) una relación directa entre la razón Oribatida/Actinedida con el porcentaje de materia orgánica del suelo, acorde con el rol principal de fitófagos del primer grupo (se alimentan de hojas, algas, hongos y microorganismos), de manera que los procesos pedogenéticos de la estepa de *Acacia caven* no estarían mayormente afectados, dado el rol de Oribatida en la for-

mación de humus tipo mull, predominante en praderas y estepas y bajo pH (entre el rango 5-8, Bachelier 1978). Otra característica que es favorable a la presencia de Oribatida, además de su higrofilia y régimen alimentario, es su resistencia a la sequía por su alto grado de quitinización. Al respecto, las razones Oribatida/Actinedida encontradas en esa investigación (Cuadro 11) corresponden a biomas con características higrófilas (Sáiz 1975) y relativamente ricos en materia orgánica de acuerdo a lo sustentado por Loots y Ryke (en Bachelier 1978), y que harían pensar en bajo nivel de alteración.

Desde ese punto de mira, las mayores proporciones de Oribatida en la situación fuera de árbol hacen pensar que la presencia del espino favorece el desarrollo de Actinedida (50% de especies exclusivas en superficie, 100% en profundidad), probablemente en relación al mayor número de presas disponibles en este habitat más favorable microclimáticamente. Este efecto es tan notorio que incluso, en profundidad Actinedida desaparece en la situación fuera de árbol.

Cuadro 9: Valores de similitud taxonómica, índice de Jaccard (S_j) y X^2 ($p = 0.05$); similitud biocenótica, índice de Winer (S_w) y coeficiente de correlación (r) ($p = 0.05$) y sobreposición de diversidades específicas (R_o) entre las situaciones bajo y fuera de árbol para superficie y profundidad, por órdenes de ácaros.

	Superficie				Profundidad			
	Acaridida	Gamasida	Oribatida	Actinedida	Acaridida	Gamasida	Oribatida	Actinedida
Jaccard (S_j)	0.42	0.63	0.66	0.30	0.0	0.27	0.28	0.0
X^2	0.44	0.10	0.05	0.30	0.44	0.24	0.30	0.0
Winer (S_w)	0.59	0.68	0.98	0.13	0.0	0.43	0.96	0.0
Correlación (r)	0.16	0.45	<u>0.97</u>	—0.42	—0.8	—0.008	<u>0.96</u>	—
Horn (R_o)	0.65	0.78	0.90	0.30	0.0	0.50	0.78	0.0

Los valores subrayados son significativos ($p = 0.05$)

Cuadro 10: Valores de similitud taxonómica, índice de Jaccard (S_j) y X^2 ($p = 0.05$); similitud biocenótica, índice de Winer (S_w) y coeficiente de correlación (r) ($p = 0.05$) y sobreposición de diversidades específicas (R_o) entre superficie y profundidad para las situaciones bajo y fuera de árbol, por órdenes de ácaros.

	Superficie				Profundidad			
	Acaridida	Gamasida	Oribatida	Actinedida	Acaridida	Gamasida	Oribatida	Actinedida
Jaccard (S_j)	0.60	0.58	0.62	0.66	0.20	0.44	0.54	0.0
X^2	—	0.55	1.49	0.06	—	0.22	—	0.0
Winer (S_w)	0.77	0.65	0.98	0.74	0.81	0.46	0.99	0.0
Correlación (r)	0.34	0.36	<u>0.98</u>	0.53	0.86	0.03	<u>0.99</u>	0.0
Horn (R_o)	0.81	0.76	0.93	0.78	0.80	0.64	0.94	0.0

Los valores subrayados son significativos ($p = 0.05$)

Cuadro 11: Razón Oribatida/Actinedida para las situaciones bajo y fuera de árbol y para superficie y profundidad.

	Superficie	Profundidad	Total
Bajo árbol	5.8	10.9	6.5
Fuera de árbol	15.1	105.0	22.6
Total	6.7	16.2	7.8

El segundo grupo afectado es Acaridida, el que presenta una clara segregación entre contingentes bajo y fuera de árbol.

Este hecho es confirmado por los valores de la razón Oribatida/Acaridida, índice que indicaría intervención antrópica (Sáiz, di Castri 1971) cuando la presencia de Acaridida es muy elevada (Cuadro 12). La mayor proporción relativa de Acaridida en superficie y particularmente en la zona fuera de árbol, está totalmente de acuerdo con grados de intervención creciente, los que no llegan a ser superiores en atención a que esta estepa no es utilizada para cultivos y lo ha sido, sólo ocasionalmente para pastoreo.

El modelo explicado se hace más drástico en profundidad (Cuadro 12).

Cuadro 12: Razón Oribatida/Acaridida para las situaciones bajo y fuera de árbol y para superficie y profundidad.

	Superficie	Profundidad	Total
Fuera de árbol	3.4	35.0	4.9
Bajo árbol	8.4	24.2	9.8
Total	6.4	26.9	7.9

Este bajo nivel de intervención permite interpretar las modificaciones de la composición acarológica edáfica como debidas a la presencia del espino.

Finalmente, con el fin de ver si la respuesta a nivel de órdenes corresponde a fractura entre las condiciones bajo y fuera de árbol y secundariamente entre superficie y profundidad, se aplicó a ellos la misma metodología de análisis de gradiente que a la información global.

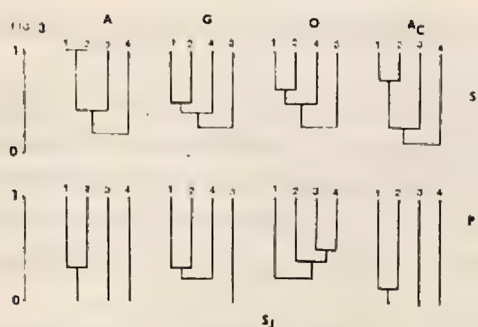
Los resultados obtenidos (Figs. 3, 4, 5 y 6) nos permiten concluir que:

a) los órdenes Acaridida y Actinedida son fuertemente afectados a nivel específico por la situación bajo árbol, gestando una composición de especies muy diferente de la de fuera de árbol (Figs. 3 y 4), en que no siempre tienden a formar grupos.

b) el esquema expuesto es un poco menos claro para Oribatida, y bastante irregular para Gamasida (Figs. 3 y 4), índice de efecto no direccional fuerte.

c) el análisis biocenótico (Fig. 5) confirma la individualización de Acaridida y Actinedida bajo árbol, acentúa la poca influencia sobre Oribatida y mantiene como irregular el impacto sobre Gamasida.

d) la sobreposición de diversidades específicas (Fig. 6) ratifica los planteamientos anteriores.



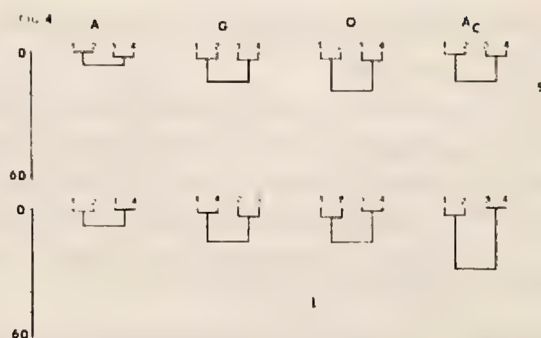
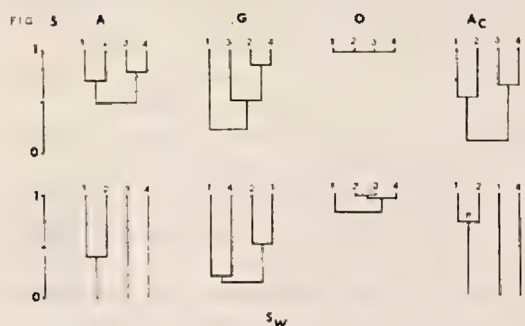


Fig. 3 Dendrogramas de similitud taxonómica (S_j) entre estaciones de muestreo (1, 2, 3 y 4) para cada orden de Acari, y estrato edáfico.

Fig. 4 Dendrogramas de diversidad de situaciones (I) entre estaciones de muestreo (1, 2, 3 y 4) para cada orden de Acari, y estrato edáfico.



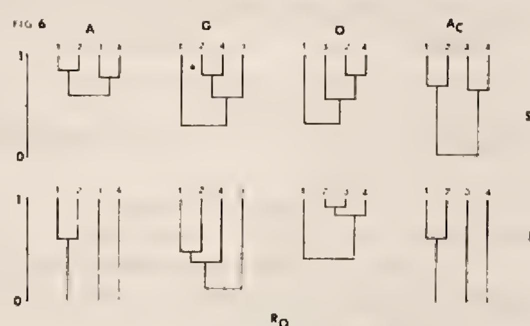


Fig. 5 Dendrogramas de similitud biocenótica (S_W) entre estaciones de muestreo (1, 2, 3 y 4) para cada orden de Acari, y estrato edáfico.

Fig. 6 Dendrogramas de sobreposición de diversidades específicas (R_O) entre estaciones de muestreo (1, 2, 3 y 4) para cada orden de Acari, y estrato edáfico.

SIMBOLOGIA GENERAL: S= superficie. P= profundidad. A= Acaridida. G= Gamasida. O= Oribatida y AC= Actinedida.

CONCLUSIONES

1. El espino gesta bajo su cobertura condiciones abióticas particulares, distintas a las del exterior; índice de ello son un estrato herbáceo de mayor altura promedio, un mayor contenido de agua y menor pH del suelo.
2. El efecto de *Acacia caven* sobre la acarofauna del suelo puede resumirse en:

   a) Bajo árbol existe mayor cantidad de individuos y de especies, y más alta diversidad específica.

   b) Alto grado de independencia entre situaciones bajo-árbol y fuera de árbol, demostrado por el bajo porcentaje de especies comunes.
   c) Las especies comunes, generalmente dominantes, enmascaran el efec-

to expuesto en b al uniformar por redundancia, las respectivas acarofaunas.

3. El efecto de *Acacia caven* no es igual sobre todos los órdenes de Acari:
   a) Acaridida y Actinedida son los órdenes más sensibles a su presencia. La mayor parte de las especies de Acaridida son exclusivas de la situación bajo árbol o de la fuera de árbol. Actinedida siempre prefiere la situación bajo árbol, llegando a desaparecer en profundidad fuera de árbol.
   b) Las especies dominantes pertenecen al orden Oribatida, por lo que dicho grupo actúa como unificador de las situaciones bajo árbol y fuera de árbol.
4. La influencia del espino es mayor en profundidad, donde se encuentra una acarofauna más pobre, tanto bajo árbol como fuera de árbol.
5. Las razones Oribatida/Actinedida y Oribatida/Acaridida indican que la estepa estudiada corresponde a un bioma relativamente higrófilo y que no ha sido muy profundamente alterado por intervención cultural, manteniéndose activos los procesos pedogenéticos por el predominio de Oribatida.

REFERENCIAS

BACHELIER, G., 1978. La faune des sols. Son écologie et son action. Documentation techniques Nº 38. ORSTO M. París. 392 pp.

BURGES, A., 1971. El sistema del suelo. En biología del suelo. Ed. A. Burges y F. Raw. Editorial Omega Barcelona. 596 pp.

COVARRUBIAS, R. y F. SAIZ, 1971. Sobre algunas condiciones de la extracción de fauna edáfica mediante embudos de Berlese-Tullgren. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile, **32**: 49-66.

COVARRUBIAS, R., I. RUBIO y F. DI CASTRI, 1964. Observaciones ecológico cuantitativas sobre la fauna edáfica en zonas semiáridas del Norte de Chile. Bol. Prod. Animal. Sec. A, **2**: 1-110.

CROSSLEY JR., D. A., 1977. The roles of terrestrial saprophagous arthropods in forest soils: Current status of concepts. En The Role of Arthropods in forest Ecosystems. Ed. by W. J. Mattson Springer Verlag.: 49-66.

DI CASTRI, F., V. ASTUDILLO y F. SAIZ, 1975. Aplicación de algunos conceptos cibernéticos al estudio de la estratificación de zoocenosis edáficas. Inv. Zool. Chilenas. Número especial Tercer Congreso Interamericano de Zoología: 1-5.

DI CASTRI, F., 1963. Etat de nos connaissances sur les biocoenoses édaphiques du Chili. Soil Organism. Proceedings of the Colloquium on soil fauna, soil microflora and their relationships. Ed. J. Doersen, J. Van der Drift. Amsterdam: 375-385.

EDWARDS, C. A. y K. E. Fletcher, 1977. Assessment of terrestrial invertebrate populations. En Methods of study in soil ecology. Ecology and Conservation, UNESCO. **2**: 57-66.

FOTH, H., 1978. Fundamentals of soil science. J. Wiley and sons, 6th Ed. New York. 436 pp.

GHILAROV, M., 1970. Soil biocoenoses. En Methods of study in soil ecology. Ecology and Conservation, UNESCO. **2**: 67-77.

HORN, H., 1966. Measurements of "overlap" in comparative ecological studies. Amer. Nat., **100**: 419-424.

JACKSON, M. L., 1970. Análisis químico de suelos. Editorial Omega Barcelona. 662 pp.

KACZMAREK, M., 1977. Comparison of the role of Collembola in different habitats. Soil organisms as components of ecosystems. Ecol. Bull. (Stockholm) **25**: 64-74.

KUHNELT, W., 1970. Structural aspects of soil —surface— dwelling biocoenosis. En Methods of study in soil ecology. Ecology and Conservation, UNESCO. **2**: 45-55.

LLOYD, M., J. ZAR y J. KARR, 1968. On the calculation of information theoretical measures of diversity. The American Midland Naturalist. **79** (2): 257-272.

MARGALEF, R., 1980. Ecología. Ediciones Omega Barcelona. 951 pp.

MARGULIS, H., 1963. Pédologie générale. Gauthier-Villars, París. 118 pp.

PARISI, V., 1979. Biología y ecología del suelo. Editorial Blume Barcelona. 169 pp.

PARKINSON, D., S. VISSER and J. B. WHITTAKER, 1977. Effets of Collembolan grazing on fungal colonization of litter. Soil organism as components of ecosystems. Ecol. Bull. (Stockholm) **25**: 75-79.

PIELOU, E. C., 1966. The measurements of diversity in different types of biological collections. J. Theoretical Biology. **13**: 131-144.

PIELOU, E. C., 1969. An introduction to mathematical ecology. John Wiley and sons. New York.

PIELOU, E. C., 1975. Ecological diversity. Wiley-Interscience publication London. 165 pp.

PIELOU, E. C., 1979. Biogeography. A Wiley-Interscience Publication. John Wiley and sons. New York. 351 pp.

RAPOPORT, E. H., 1959. Algunos aspectos de la biología de suelos. Serie La Brújula. Universidad Nacional del Sur-Extensión Cultural Bahía Blanca. 23 pp.

RAPOPORT, E. H., D. C. IZARRA, 1959. On the rhizosphera of some Argentine plants and its relation to soil microfauna. Progresos en biología del suelo. Monografía. I: 609-614.

SAIZ, F. y DI CASTRI, 1971. La fauna de terrenos naturales e intervenidos en la región valdiviana de Chile. Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile, **32**: 5-16.

SAIZ, F., 1975. Aspectos mesofaunísticos hipógeos en el Parque Nacional Fray Jorge. I parte. Análisis comunitario. An. Mus. Hist. Nat. Valpso., **8**: 29-50.

SAIZ, F., C. TORO y E. VASQUEZ, 1979. Taxocenosis coleopterológica epígea y desecamiento herbáceo en estepa de *Acacia caven*. An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso, Chile. **12**: 29-52.

SAIZ, F., 1980. Experiencias en el uso de criterios de similitud en el estudio de comunidades. Arch. Biol. Med. Exp., **13**: 387-402.

SOKAL, R. y R. SNEATH, 1963. Principles of numerical taxonomy. Freeman and Co. San Francisco. 259 pp.

SOKAL, R. y F. J. ROHLF, 1969. Biometría. H. Blume Ediciones. 832 pp.

SUMMERS, D. y J. LUSSENHOP, 1976. The response of soil arthropods to canopies of black - walnuts. Pedo Biología. Bol. **16**,s: 389-395.

VAN DER DRIFT, J., 1951. Analysis of the animal community in a beech forest floor. Tijdschr. Ent. **94**: 1-168.

VASQUEZ, E. y F. SAIZ, 1978. Estudios ecológicos sobre artrópodos concomitantes a *Acacia caven*. III Taxocenosis coleopterológica epígea en período de floración del espino. An. Mus. Hist. Nat. Valpso. **11**: 69-80.

WEBB, D. P., 1977. Regulation of deciduous forest litter decomposition by soil arthropod feces. En The role of Arthropods in forest ecosystems. Edit. W. J. Mattson Springer Verlag: 57-69.

RESPUESTA DE CARABIDAE Y TENEBRIONIDAE (COLEOPTERA) DE UNA ESTEPA DE *ACACIA CAVEN* A LA PRESENCIA DE UN FOCO DE AGUA PERMANENTE

ENRIQUE VASQUEZ † y FRANCISCO SAIZ

ABSTRACT: The distributional response of Carabidae and Tenebrionidae (Coleoptera), of an *Acacia caven* steppe, to an hydric gradient generated by a permanent mass of water was studied at the Forestal Reserva of Peñuelas.

The sampling design adopted included a 650 meters transect perpendicular to the lake shore, subdivided in 14 transversal transects, 50 meters apart from each other. Coleopteral information was taken from four 5 x 5 m. areas selected at random for each transect, two under *Acacia caven* canopies and two outside those limits and equipped with a permanent pitfall traps. Moreover vegetal cover and soil water content was measured in each of them.

Through regression, ANCOVA and acumulated specific diversity we found that Carabidae shows a more pronounced response to the hydric gradient than Tenebrionidae. Similarity analysis shows that the distribution of species in both families of Coleoptera vary with time an nature of the soil vegetal canopy (Presence or not of *Acacia caven*).

La existencia y posición de las especies en el espacio es la resultante del encaje entre necesidades, derivadas de su constitución genética (rangos de tolerancia), y la oferta del medio.

En consecuencia, al menos parte de los agentes causales de una distribución particular pueden buscarse entre los factores ambientales, ya sean abióticos o biológicos.

Un tipo especial de distribución corresponde a los gradientes ambientales, frente a los cuales se han postulado diversas hipótesis para explicar los tipos de distribución de especies encontrados en ellos. Whittaker (1970), considerando como agente causal la competencia interespecífica, postula cuatro modelos explicativos, interrelacionando los tipos de respuesta de las especies dominantes y asociadas:

Modelo 1. Límites bruscos entre especies dominantes y distribución paralela de las asociadas.

Modelo 2. Límites bruscos entre especies dominantes no seguida de distribución paralela de las asociadas.

Modelo 3. Límites no bruscos entre especies dominantes y distribución paralela de las asociadas.

Modelo 4. Límites no bruscos entre las especies dominantes y distribución no paralela de las asociadas, estando los óptimos y los límites de las especies distribuidas al azar.

Terborgh (1971), por su parte, basándose fundamentalmente en factores ambientales, postula las siguientes tres hipótesis explicativas:

Modelo 1. Los límites de las especies varían en forma continua y paralela al gradiente, siendo su distribución al azar.

Modelo 2. Distribución al azar de las especies con excepción de las congenéricas, las que presentarían límites abruptos.

Sección Ecología, Universidad Católica de Valparaíso. Casilla 4059, Valparaíso, Chile.

Modelo 3. Los límites de las especies están determinados por discontinuidades del hábitat (ecotonos).

En la naturaleza es posible detectar una gran diversidad de gradientes, ya sean altitudinales (Whittaker 1956, 1967, 1970; Terborgh 1971; Yeaton y Cody 1979; Pemadasa y Mueller 1979); latitudinales (Pianka 1966; Huey 1978; Fuentes y Jacksic 1979; Feder y Lynch 1982) o bien de uno o más factores ecológicos (Curtis y McIntosh 1951; Bray y Curtis 1957; Beschel y Webber 1962; Vohra 1971; Keddy 1982).

Un caso particular de estos últimos es el que se gesta por la presencia de un foco de agua permanente en un bioma terrestre. En sentido divergente al foco, es probable que provoque un aumento del nivel térmico, una disminución en la humedad relativa del aire y del contenido hídrico del suelo, siendo este último el resultado de la evapotranspiración y del aporte de agua desde el foco por desplazamiento horizontal entre las partículas del suelo (Baver y Gardner 1972).

Por otra parte, estudios sobre la coleopterofauna epigea han demostrado que la familia Tenebrionidae es predominante en las estepas de Chile semiárido (Sáiz y Vásquez 1980; Sáiz y Campalans 1984); sin embargo, en estepas bajo la influencia de masas de agua permanente aparece incrementada la presencia de Carabidae (Vásquez y Sáiz 1978; Sáiz et al. 1979).

Lo expuesto nos lleva a intentar determinar la influencia de un gradiente hídrico, provocado por una masa de agua permanente en una estepa de *Acacia caven,* sobre la distribución de los coleópteros de las familias Carabidae y Tenebrionidae.

Por lo tanto, la hipótesis de trabajo es que el foco de agua gesta un gradiente hídrico, el que junto con hacer posible la existencia de elementos higrófilos como Carabidae (Thiele 1977) dispone, discrecionalmente en el espacio, tanto a éstos como a los elementos xerófilos, representados por Tenebrionidae.

Los objetivos concretos del trabajo son:

1. Determinar la existencia de un gradiente abiótico en la estepa de *Acacia caven* gestado por la presencia de un foco de agua permanente.
2. Establecer las tendencias de distribución de la Carabido y Tenebrionidofauna y sus posibles diferencias.
3. Establecer si existen cambios en el gradiente en dos momentos característicos del estrato herbáceo (verde y seco) y si la distribución de las familias estudiadas responde a ellos.
4. Evaluar las amplitudes relativas del rango ecológico espacial de las diferentes especies en función del gradiente.
5. Evaluar el rol de la presencia de *Acacia caven* ante el desarrollo del gradiente.

MATERIAL Y METODOS

El universo de estudio es la Carabido y Tenebrionidofauna presente en la estepa arbustiva de *Acacia caven,* desarrollada en una depresión plana ubicada en la Reserva Forestal Peñuelas (33° 10' S, 71° 31' W), y cuya parte

occidental está ocupada por el lago Peñuelas. Climáticamente está inserta en la zona Eumediterránea (Hajek y di Castri 1975). El período de investigación incluye dos etapas de aproximadamente un mes, separados por un intervalo de cuarenta días, correspondiendo el primero a fines de primavera y el segundo a verano, y a estratos herbáceos verde y seco respectivamente.

En el área de estudio se consideraron dos situaciones:

a) Aquella correspondiente al estrato epigeo ubicado bajo el área de cobertura de los espinos, que denominaremos "Arbol".

b) Aquella correspondiente al estrato epigeo ubicado fuera del área de cobertura de éstos, situación que denominaremos "Hierba".

La información biótica y abiótica se obtuvo de acuerdo al siguiente diseño muestral (Fig. 1):

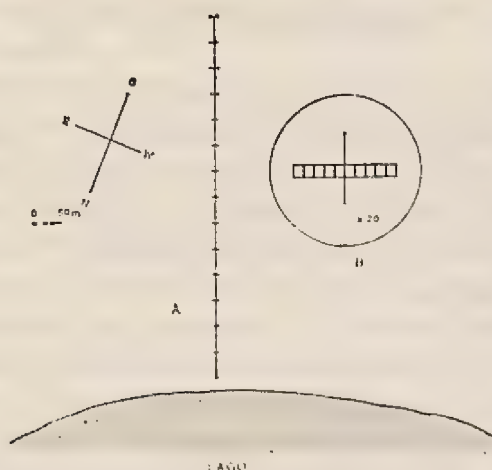


Fig. 1. Diseño muestral a escala. A= transecto principal, B= transecto transversal, subdividido en 10 áreas de 5 x 5 m. Distancia entre transectas transversales: 50 m.

Se trazó un transecto de 650 metros, perpendicular a la orilla S E del lago, el que fue seleccionado al azar entre la familia de transectos que podrían trazarse en esa ubicación. Desde el extremo junto al lago y cada 50 m. se trazaron catorce subtransectos de 50 x 5 m. en forma perpendicular al principal, subdividiéndose cada uno de ellos en diez áreas cuadradas de 25 m^2 cada una. De ellas, se eligió, aleatoriamente, cuatro hasta conseguir dos correspondientes a la situación "Arbol" y dos a la situación "Hierba", donde se colocaron trampas de intercepción contínua (pitfall trap).

Las recolecciones se llevaron a cabo en los períodos siguientes:

Recolección 1: 8 - 11 al 2 - 12 - 1982.

Recolección 2: 19 - 1 al 17 - 2 - 1983.

Además, en cada una de las visitas a terreno se extrajo, en cada transecto transversal, cuatro muestras superficiales de suelo de 10 x 10 x 10 cm. (dos bajo el área de cobertura de los espinos y dos fuera de ella) destinadas a la evaluación del contenido de agua mediante el método gravimétrico.

Para la información vegetacional se calificó, por inspección visual, la cobertura de las especies componentes del estrato herbáceo para cada situación y en todos los transectos transversales. Sólo se consideró en cada área aquellas especies con una cobertura sobre el 10%.

Para el análisis cuantitativo se emplearon los siguientes estimadores o test:

a) Similitud taxonómica: Indice de Jaccard (S_j) (Sáiz 1980).
b) Similitud biocenótica: Indice de Winer (S_w) (Sáiz 1980).
c) Diversidad acumulada: Indice de Shannon (H') (Pielou 1969, 1975).
d) Rango ecológico: Indice de Levins (Levins 1968).
e) Análisis de gradiente: Regresión y ANCOVA (Sokal y Rohlf 1969).
f) Similitud en vegetación: Indice exacto de Fisher (Sokal y Rohlf 1969).

RESULTADOS Y DISCUSION

1. Características del gradiente abiótico.

Se ha destacado la variable "contenido de agua del suelo" como la más importante y a la vez la resultante de otras variables abióticas del gradiente que se gestaría por la presencia de un foco de agua permanente en un bioma terrestre, razón por la cual será utilizada en su caracterización.

Dos problemas generales hay que resolver en primera instancia: ¿Existe realmente un gradiente hídrico? y, si existe, ¿es diferente en las cuatro situaciones involucradas en el diseño muestral, vale decir, dos espacios (bajo árbol y en hierbas) y dos tiempos (recolecciones 1 y 2)?

Para responder a la primera pregunta se aplicó un análisis de regresión lineal a los contenidos hídricos del suelo en función de la distancia al foco de agua (Fig. 2), demostrándose la existencia de un gradiente lineal para las cuatro situaciones, ya que todas las pendientes son significativas para $p= 0.05$ (Cuadro 1), particularmente al inicio de la investigación (Recolección 1).

Cuadro 1: Cuocientes to/tc ($p= 0.05$) para pendientes de regresión lineal del contenido de agua en función del alejamiento del foco.

	Hierba	Arbol
Recolección 1	1.83	1.61
Recolección 2	1.15	1.02

La disminución de la significación de las pendientes de una a otra recolección está relacionada con el proceso de desecamiento herbáceo y con el alejamiento del foco de agua por retracción del lago, lo que tiende a uniformar las condiciones abióticas.

Dado el presunto impacto hídrico del foco de agua en la primera estación de muestreo, especialmente en la primera recolección, se calculó también la recta de regresión sin considerar dichos valores, ante la posibilidad de que su gran magnitud fuere determinante. Para resolver la interrogante se aplicó el test de significación entre pendientes para las parejas de rectas de regresión por situación, encontrándose que no existen diferencias significativas entre

ellas (p= 0.05), por lo que las regresiones con el total de los puntos serán utilizadas en el análisis que sigue (Cuadro 2).

Cuadro 2: Cuocientes Fo/Fc (p= 0.05) entre pendientes, considerando o no los valores adyacentes al foco de agua.

	Hierba	Arbol
Recolección 1	0.54	0.36
Recolección 2	0.06	0.60

Respecto a si el gradiente detectado difiere entre las cuatro situaciones estudiadas, es lógico suponer que la presencia de árboles en una estepa determina zonas de sombra y de mayor humedad que las zonas herbáceas con insolación directa, diferencia que debería ser más intensa a medida que el estrato herbáceo total de la estepa se deseca. Los árboles asumirían entonces la función de refugio de los elementos faunísticos más higrófilos de las zonas herbáceas con insolación directa.

Para verificar estas suposiciones se aplicó una prueba para las diferencias entre las regresiones lineales (ANCOVA) de las cuatro situaciones consideradas, observándose que las pendientes no difieren significativamente dentro de las mismas recolecciones pero si entre tiempos diferentes (Cuadro 3), con pendientes menores en la época más árida (Fig. 2).

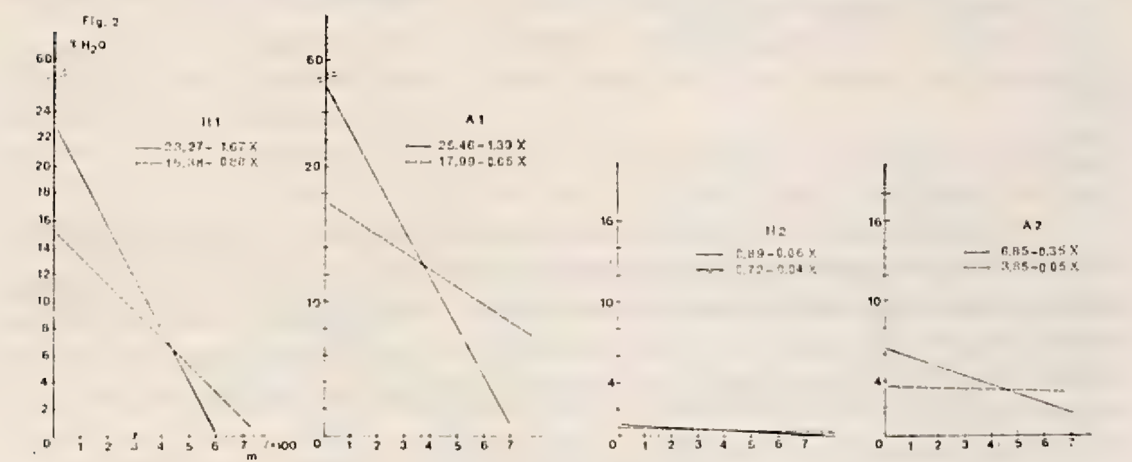


Fig. 2. Rectas de regresión entre contenido de agua del suelo y distancia al foco de agua, considerando (——) o no (— —) la primera estación de muestreo. H= hierba, A= árbol; 1 y 2= recolección.

Cuadro 3: Cuocientes Fo/Fc del test de significación entre pendientes (p= 0.05) para las cuatro situaciones estudiadas.

	Hierba 1	Arbol 1	Hierba 2	Arbol 2
Hierba 1	x	0.042	3.100	1.859
Arbol 1		x	1.200	1.077
Hierba 2			x	0.850
Arbol 2				x

Si a ello agregamos el análisis de las diferencias entre interceptos (Cuadro 4), todas las cuales resultaron significativas, podemos afirmar que el gradiente hídrico en cualquiera de los dos períodos observados es el mis-

mo en situación "bajo árbol" o en "hierba", aunque de mayor nivel en la primera situación. Además, esta diferencia de niveles se intensifica en el período árido.

Cuadro 4: Cuocientes Fo/Fc del test de significación entre interceptos (p= 0.05) para las cuatro situaciones estudiadas.

	Hierba 1	Arbol 1	Hierba 2	Arbol 2
Hierba 1	x	1.078	9.316	4.357
Arbol 1		x	14.634	8.418
Hierba 2			x	9.403
Arbol 2				x

Finalmente, la comparación de homogeneidades de los niveles hídricos, permite observar igualdad entre ambas situaciones sólo en la recolección 1 (la más húmeda) (Cuadro 5). En esta época se observa precisamente la menor linealidad entre niveles hídricos, según se desprende de los valores de las varianzas residuales (Rec. 1 Arbol= 115.49; Rec. 1 Hierba= 90.27; Rec. 2 Arbol= 10.69 y Rec. 2 Hierba= 0.29).

Cuadro 5: Cuocientes Fo/Fc del test de significación entre homogeneidades (p= 0.05) para las cuatro situaciones estudiadas.

	Hierba 1	Arbol 1	Hierba 2	Arbol 2
Hierba 1	x	0.665	158.548	4.331
Arbol 1		x	185.269	5.061
Hierba 2			x	18.770
Arbol 2				x

En conclusión, la presencia del foco de agua tiene un fuerte efecto en la naturaleza del gradiente hídrico del suelo en la época de inicio de la investigación (gradiente brusco, niveles altos y muy heterogéneos), efecto que disminuye notablemente en la época árida (gradiente hídrico bastante leve, a niveles bajos más homogéneos, especialmente en la zona de hierba con insolación directa).

Por lo tanto, se considerarán las cuatro situaciones para el análisis de la respuesta de la fauna al gradiente abiótico.

2. Características vegetacionales del gradiente.

Vegetacionalmente, el estrato herbáceo responde en forma diferencial a las cuatro condiciones establecidas abióticamente.

Específicamente (Fig. 3), difieren las condiciones Arbol y Hierba (3 especies comunes de un total de 14; D= 0.034 para p= 0.05 con Prueba Exacta de Fischer). Al respecto, hay que recalcar que el acercamiento de ambas composiciones específicas se debe a situaciones muy puntuales como es el hecho que *Phyla nodiflora* y *Lythrium hissopifolia*, elementos de suelos húmedos, conforman el estrato herbáceo único para ambas situaciones al borde del lago (primera estación) al inicio de la investigación (Recolección 1) y que *Hordeum berteroanum* aparece en el extremo xérico del gradiente Arbol solamente en la época árida, época final de la investigación (Recolección 2).

Ello es índice de la tendencia a igualarse los dos tipos de gradiente (Arbol y Hierba) en el tiempo.

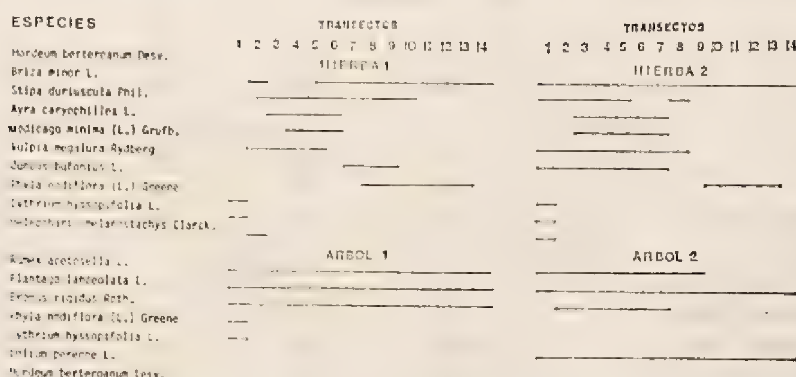


Fig. 3. Especies vegetales dominantes (cobertura sobre el 10%), correspondiente al estrato herbáceo de situación hierba y árbol en ambas recolecciones.

En el sentido del gradiente abiótico pueden distinguirse las siguientes tendencias:

a) Concentración de especies hacia la mitad más húmeda del gradiente. Este modelo no es válido sólo para la situación Arbol en la época más húmeda (primera recolección), donde existe alta homogeneidad específica.

b) La presencia del lago gesta la existencia de una condición ecotonal brusca por presencia puntual de *P. nodiflora* y *L. hissopifolia* y ausencia de otras especies en la recolección 1.

c) El desecamiento y distanciamiento del foco de agua determinan la desaparición de la condición ecotonal y la tendencia a igualarse las composiciones específicas de las situaciones Arbol por *H. berteroanum.*

En conclusión, la respuesta del estrato herbáceo está acorde con las modificaciones del gradiente de contenido de agua analizadas precedentemente.

3. Análisis faunístico.

Los antecedentes generales sobre los requisitos hídricos de las familias Carabidae y Tenebrionidae, sugieren que su distribución específica en relación a un gradiente abiótico de esta naturaleza corresponde a modelos diferentes. (Thiele 1977; Peña 1966; Crowson 1981).

Como primera aproximación para verificar dicha hipótesis se evalúa, para ambos grupos, su respuesta en función del número de especies y de individuos (Cuadro 6).

Para ello, se determinó, en las cuatro situaciones estudiadas, la tendencia de los parámetros mencionados (Cuadro 6) mediante el modelo de regresión lineal (Figs. 4 y 5) cuyos análisis de significación se presentan en el Cuadro 7. Se puede observar que, si bien las rectas no son significativas, a excepción de Carabidae en Hierba 1, muestran tendencias que indican que Carabidae y Tenebrionidae responden a niveles e inclinaciones diferentes, siendo mayores en Carabidae (valores promedios de Cuadro 8), familia que acusa claramente el gradiente hídrico. Tenebrionidae, en cambio, al presentar pendientes poco diferentes de cero o positivas y bajas elevaciones, aparece poco afectado por él, sin ser impactada por el extremo del gradiente.

Cuadro 6: Especies e individuos pertenecientes a las familias Carabidae y Tenebrionidae. H= Hierba; A= árbol; 1 y 2= recolecciones 1 y 2.

CARABIDAE	H1	H2	A1	A2	Total
Acupalpus sp.	39	6	22	2	69
Agonum sp.	9	8	14	56	87
Anisotarsus chilensis Sol.	40	9	8	8	65
Anisotarsus sp.	—	—	1	—	1
Axinopalpus humeralis Sol.	—	1	—	1	2
Cnemalobus cyaneus Brullé	1	4	7	2	14
Crossonychus viridis Dej.	128	18	32	10	188
Leiotachys circuliformis Sol.	8	6	—	5	19
Metius sp.	1	—	—	7	8
Notaphiellus solieri G. y H.	18	8	—	7	33
Notaphus aubei Sol.	5	—	—	10	15
Notaphus posticalis Germ.	2	—	—	9	11
Notaphus servillei Sol.	—	—	1	—	1
Paramecus laevigatus Dej.	2	—	1	—	3
Pterostichus aerea Dej	36	12	96	49	193
Pterostichus aratus Sol.	1	—	2	4	7
Pterostichus chilensis Dej.	—	1	6	3	10
Pterostichus lucida Curtis	13	3	54	9	79
Pterostichus sp.	5	3	16	23	47
Trechisibus sp.	2	—	3	—	5
TOTAL	310	79	263	205	857
TENEBRIONIDAE					
Apocrypha elegans Sol.	3	5	80	17	105
Archeocrypticus chilensis K.	—	—	2	—	2
Blapstinus punctulatus Sol.	52	33	4	1	90
Discopleurus quadricollis Sol.	6	12	1	1	20
Gramnicus chilensis Wat.	7	46	10	11	74
Nycterinus substriatus Sol.	6	—	60	71	137
Praocis sp.	—	1	—	—	1
Thinobatis sp.	11	38	—	—	49
TOTAL	85	135	157	101	478

Esto último queda demostrado al comparar las pendientes de las rectas de regresión calculadas considerando o no la información de la estación adyacente al lago (Cuadro 8 y Figs. 4 y 5), en que el descenso de las pendientes y de las elevaciones afecta fundamentalmente a Carabidae, interpretándose el foco de agua como causante de un fuerte efecto ecotonal abiótico sobre esta familia.

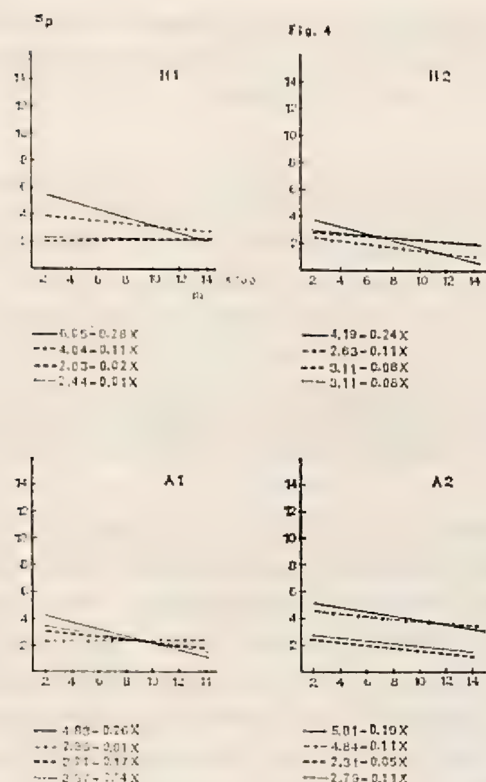


Fig. 4 Rectas de regresión entre el número de especies (Sp) y la distancia al foco de agua para Carabidae, considerando (——) o no (........) la primera estación y para Tenebrionidae considerando (— — — —) o no (—:—:—:) la primera estación. H= hierba, A= árbol; 1 y 2= recolecciones.

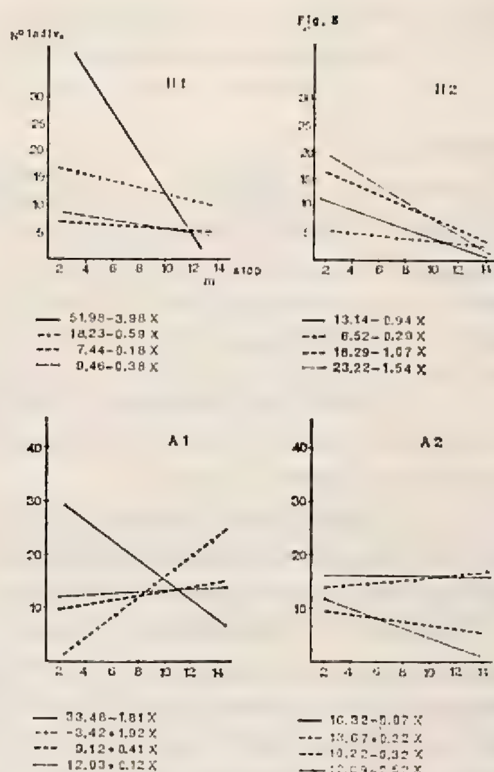


Fig. 5. Rectas de regresión entre el número de individuos y la distancia al foco de agua para Carabidae, considerando (——) o no (......) la primera estación y para Tenebrionidae, considerando (— — —) o no (—:—:—) la primera estación. H= hierba, A= árbol; 1 y 2= recolecciones.

Cuadro 7: Cuociente to/tc para significación de pendientes de rectas de regresión lineal (p= 0.05) para número de especies (S) y de individuos (N) en función de la distancia al foco de agua. C= Carabidae; T= Tenebrionidae; 1= recolección 1; 2= recolección 2; A= árbol y H= hierba.

	H1C	H1T	H2C	H2T	A1C	A1T	A2C	A2T
S	1.02	0.12	0.19	0.44	0.29	0.44	0.51	0.33
N	0.90	0.24	0.23	0.60	0.34	0.22	0.03	0.69

El desecamiento producido entre las dos recolecciones afecta primordialmente a Carabidae, grupo que disminuye su densidad (elevaciones) y atenúa su pendiente acorde con la del gradiente abiótico (Cuadro 7 y Fig. 5). Tenebrionidae, en cambio, responde mejor al nuevo gradiente especialmente en la zona de Hierba, donde el desecamiento es más intenso, índice de mejor adaptación de la familia a condiciones xéricas.

Cuadro 8: Promedios y desviaciones estándares de pendientes e interceptos de las rectas de regresión para especies (S) e individuos (N) (p= 0.05), de las familias estudiadas. A= estación contigua al lago incluida, B= estación 1 excluida.

Pendiente	A		B	
	Carabidae	Tenebrionidae	Carabidae	Tenebrionidae
S	—0.24 ± 0.03	—0.04 ± 0.05	—0.07 ± 0.04	—0.08 ± 0.04
N	—1.70 ± 1.68	—0.29 ± 0.61	0.31 ± 1.12	—0.58 ± 0.69
Intercepto				
S	5.22 ± 0.86	2.53 ± 0.47	3.46 ± 1.18	2.92 ± 0.40
N	28.70 ± 17.92	11.26 ± 4.82	10.44 ± 6.68	14.15 ± 6.03

A nivel de presencia de especies, el efecto del desecamiento es poco perceptible, salvo en la concentración de Carabidae en la condición Arbol (mayor humedad, Fig. 4).

El análisis de la diversidad acumulada a lo largo del gradiente (Fig. 6), medida con el índice de Shannon, permite complementar lo expuesto anteriormente, ya que en su estructura incluye en forma integrada la relación "presencia" y "abundancia relativa" de las especies. Su uso como curva acumulada a partir de alguno de los extremos del gradiente, se basa en que los aumentos de ella son producto de la incorporación de nuevas especies y/o del incremento de la equidistribución de los individuos; su disminución se debe al aumento de la redundancia específica, ya sea por incremento diferencial de individuos o desaparecimiento de especies; finalmente, una mantención del valor puede ser reflejo de una estructura de especies constante o de un fuerte impacto del punto inicial (Pielou 1969, 1975).

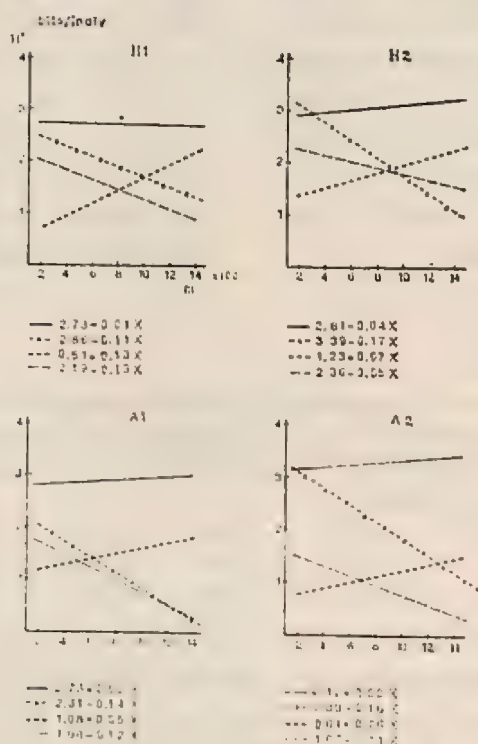


Fig. 6: Rectas de regresión de la diversidad específica acumulada (bits/ind) en función del alejamiento o acercamiento al foco de agua para Carabidae de estación 1 a 14 (——) y de 14 a 1 (......) y para Tenebrionidae de estación 1 a 14 (— — —) y de 14 a 1 (—·—·) H= hierba, A= árbol; 1 y 2= recolecciones.

En nuestro análisis, para evitar la última situación, se grafica la información iniciando la acumulación desde los dos extremos del gradiente (Cuadro 9, Fig. 6).

El conjunto de las rectas de regresión analizadas para cada situación muestran un modelo común para cada familia de Coleoptera (Cuadro 9 y Fig. 6). Para Carabidae, la acumulación en dirección al extremo xérico del gradiente tiende a permanecer uniforme, característica que es debida al impacto hídrico del inicio del gradiente, como queda demostrado con la curva acumulada en sentido contrario, en que la diversidad se incrementa. Dicho de otra manera, la composición carabidológica del extremo hídrico del gradiente incluye a la composición posterior.

Cuadro 9: Cuocientes to/tc para significación de pendientes de rectas de regresión lineal ($p = 0.05$) para diversidad acumulada, considerando como punto inicial tanto la estación 1 contigua al lago (1 a 14) como de la estación opuesta (14 a 1). C= Carabidae; T= Tenebrionidae; H= hierba; A= árbol; 1= recolección 1; 2= recolección 2.

	H1C	H1T	H2C	H2T	A1C	A1T	A2C	A2T
(1 a 14)	0.16	2.06	0.84	3.07	1.33	2.20	0.06	1.52
(14 a 1)	3.58	2.08	2.76	2.48	8.92	2.98	7.44	2.34

La respuesta de Tenebrionidae presenta un modelo de incremento gradual en los dos sentidos, índice de una secuencia de cambios de especies y/o de las abundancias relativas de ellas.

En la introducción se presentaron algunos modelos explicativos de la distribución de los organismos en un gradiente ambiental. En el análisis previo hemos sustentado que el lago ejerce un efecto ecotonal sobre la distribución de Carabidae al inicio del gradiente, concordando en este aspecto con el modelo 3 de Terborgh (1971). No podríamos asociarlo al modelo 1 de Whittaker (1970), ya que la causal por él indicada (competencia excluyente) no puede ser sustentada porque uno de los límites de la distribución corresponde al medio acuático.

Con el fin de visualizar si la distribución de las especies presenta cambios bruscos o leves, y así asociarlos a los otros modelos explicativos de Terborgh y Whittaker, se midió, en cada situación estudiada, el grado de similitud taxonómica (Sj) y biocenótica (Sw) entre dos estaciones contiguas (Fig. 7). Los valores bajos de similitud indican cambios netos o fracturas de distribución; los valores altos, que la composición específica y biocenótica se mantienen muy similares. El uso combinado de Sj y Sw permite evaluar tanto el impacto de la presencia de las especies como de la abundancia relativa de individuos (Sáiz 1980). Para hacer más aparente la información entregada por los índices calculados, se categorizó sus valores de la siguiente manera: 1= 0.0—0.4; 2= 0.4—0.6; 3= 0.6—0.8 y 4= 0.8—1.0.

La familia Carabidae, al inicio de la investigación (condiciones de mayor humedad), responde fundamentalmente de acuerdo al modelo 2 de Whittaker, tanto para la situación árbol como para la situación hierba, como

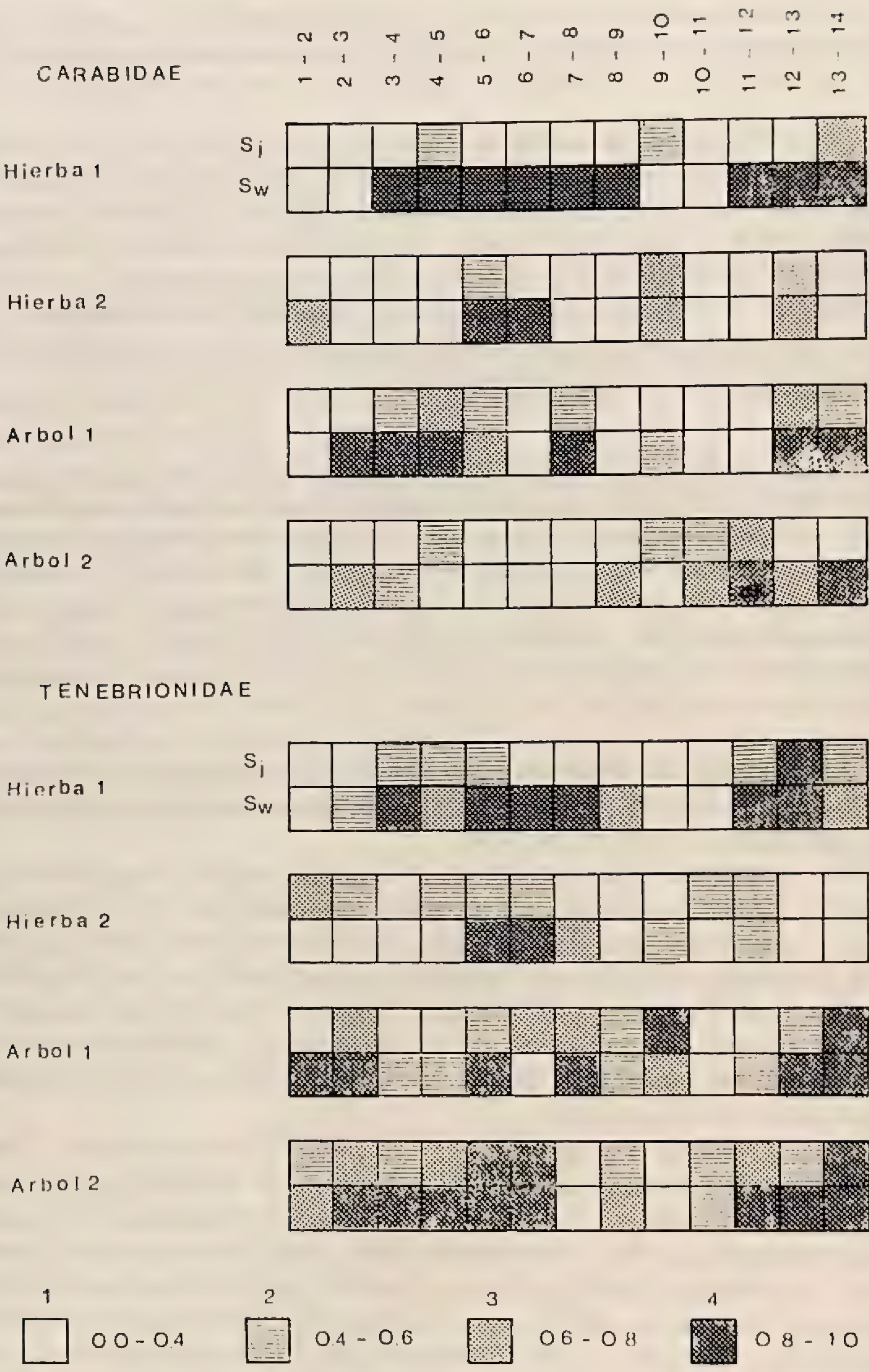


Fig. 7: Categorías de valores de similitudes taxonómicas (S_j) y biocenótica (S_w) entre estaciones contiguas por situaciones estudiadas.

queda demostrado por los amplios sectores espaciales del transecto que presentan similitud biocenótica elevada. Este hecho, asociado a la baja similitud taxonómica, indica que hay especies dominantes que uniformizan el sector y especies asociadas que cambian gradualmente dentro de él. Los bajos valores encontrados para las uniones de las estaciones 1—2 y 10—11 (para ambos índices) es interpretable como efecto ecotonal por modificación brusca de las características abióticas del gradiente, la que es neta en las estaciones 1—2 y menos visible a nivel 10—11. En conclusión, la distribución de Carabidae al inicio de la investigación estaría respondiendo a una combinación de modelos; acción ecotonal acorde con el modelo 3 de Terborgh y resto al modelo 2 de Whittaker, en que la causal, de acuerdo a los postulados del autor citado, sería la competencia excluyente de las especies dominantes y reemplazo gradual de las asociadas.

El desecamiento (segunda recolección) tiende a anular la expresión acorde con el modelo de Whittaker, acentuando distribuciones localizadas en una o dos estaciones, con lo que la explicación habría que encontrarla en los modelos 3 de Terborgh o 1 de Whittaker.

La familia Tenebronidae muestra para situación hierba, un esquema similar al descrito para Carabidae, pero a diferencia de lo ocurrido en esta familia, en la situación árbol el desecamiento acentúa la expresión del modelo 2 de Whittaker, tendiendo incluso al cambio gradual de especies (tendencia a la constancia de valores altos de similitud en todo el gradiente, Arbol 2, pasando al modelo 4 de Whittaker o 1 de Terborgh), lo que está de acuerdo con la gestación de un gradiente hídrico suave y con las características xerófilas de la familia.

4. Comportamiento específico.

Para visualizar el comportamiento específico de Carabidae y Tenebridae en las diferentes expresiones del gradiente hídrico, se calculó el rango ecológico espacial de las especies utilizando para ello el índice de amplitud ecológica propuesto por Levins (1968).

En el Cuadro 10 se presentan los valores calculados para el rango ecológico espacial de cada especie, destacando *Anisotarsus chilensis, Crossonichus viridis* y *Pterostichus aerea* como las especies más eurihídricas de los Carabidae, ya que se distribuyen en amplios sectores del gradiente. Esta condición es relativa a las expresiones concretas de amplitud espacial de las especies., la que no supera el 50% de las posibilidades dadas por el gradiente. Es decir, se da bajo características generales de baja amplitud hídrica.

Cuadro 10: Rangos ecológicos espaciales por familia y situaciones estudiadas. H= hierba; A= árbol; 1 y 2= recolecciones 1 y 2.

CARABIDAE	H1	H2	A1	A2	$\bar{X} \pm$ DS
Anisotarsus chilensis	5.26	5.40	1.60	4.57	4.20 ± 1.77
Acupalpus sp.	1.31	1.80	1.00	2.00	1.53 ± 0.45
Agonum sp.	1.53	1.60	3.38	2.71	2.30 ± 0.89
Anisotarsus sp.	—	—	1.00	—	0.25 ± 0.50
Axinopalpus humeralis	—	1.00	—	1.00	0.50 ± 0.57
Cnemalobus cyaneus	1.00	1.00	3.77	2.00	1.94 ± 1.30
Crossonychus viridis	4.84	3.95	4.61	3.85	4.31 ± 0.48
Leiotachys circuliformis	1.68	1.38	—	2.78	1.46 ± 1.14
Metius sp.	1.00	—	—	1.00	0.50 ± 0.57
Notaphiellus solieri	3.77	1.60	—	1.69	1.76 ± 1.54
Notaphus aubei	1.00	—	—	1.00	0.50 ± 0.57
Notaphus posticalis	1.00	—	—	1.00	0.50 ± 0.57
Notaphus servillei	—	—	1.00	—	0.25 ± 0.50
Paramecus laevigatus	1.00	—	1.00	—	0.50 ± 0.57
Pterostichus aerea	5.10	3.13	3.62	7.12	4.74 ± 1.79
Pterostichus aratus	1.00	—	1.00	2.00	1.00 ± 0.81
Pterostichus chilensis	—	1.00	1.38	3.00	1.34 ± 1.24
Pterostichus lucida	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00 ± 0.00
Pterotichus sp.	3.57	1.80	1.68	5.24	3.07 ± 1.68
Trechisibus sp.	2.00	—	3.00	—	1.25 ± 1.50
TENEBRIONIDAE					
Apocrypha elegans	3.00	1.92	4.14	4.19	3.31 ± 1.08
Archeocrypticus chilensis	—	—	1.00	—	0.25 ± 0.50
Blapstinus punctulatus	9.73	6.94	1.60	1.00	4.82 ± 4.22
Discopleurus quadricollis	1.71	5.54	1.00	1.00	2.31 ± 2.18
Gramnicus chilensis	1.81	6.12	3.33	2.20	3.36 ± 1.95
Nycterinus substriatus	1.80	—	8.49	10.84	5.28 ± 5.20
Praocis sp.	—	1.00	—	—	0.25 ± 0.50
Thinobatis sp.	4.17	1.23	—	—	1.35 ± 1.97

Como especies altamente estenohídricas, de la misma familia, destacan *Axinopalpus humeralis, Notaphus aubei, N. posticalis, N. servillei, Paramecus laevigatus, Pterostichus lucida, P. aratus, Metius* sp. y *Anisotarsus* sp. Todas las especies anteriores, excepto las tres últimas, son estenohídricas a altos niveles de contenido de agua.

En Tenebrionidae podemos deducir los siguientes hechos:

a) *Nycterinus substriatus*: especie eurihídrica con fuerte preferencia por situación árbol, viviendo sólo en hierba al inicio de la investigación (alta humedad).

b) *Apocrypha elegans*: especie con la mayor amplitud de respuesta hídrica, ya que está presente en todas las situaciones y su amplitud de rango espacial es alta.

c) *Praocis* sp. y *Archeocrypticus chilensis*: especies estenohídricas estrictas pero a niveles hídricos diferentes; la primera vive en medio fuertemente xérico (Hierba 2) y la segunda a niveles hídricos alto (Arbol 1).

d) *Gramnicus chilensis, Blapstinus punctulatus, Discopleurus quadri-*

collis y *Thinobatis* sp.: especies predominantemente de hierba, con características intermedias de requerimientos hídricos dentro de las categorías usadas en nuestro análisis.

CONCLUSIONES

1. El lago Peñuelas genera un gradiente de contenido de agua del suelo en la estepa de *Acacia caven* aledaña a él, el cual tiende a desaparecer en verano por efecto de la sequía y retracción del lago.
2. La presencia de *Acacia caven,* si bien retarda localmente la pérdida en contenido de agua del suelo, no impide su atenuación.
3. La distribución de la vegetación en el estrato herbáceo responde al gradiente abiótico, excepto bajo el área cubierta por los espinos en la época húmeda en que la cobertura es homogénea.
4. Carabidae y Tenebrionidae responden en forma diferente al gradiente, acusando Carabidae, en forma más acentuada, el impacto hídrico del foco.
5. Al inicio de la investigación (período húmedo), los patrones de distribución corresponden a una combinación de los modelos 2 de Whittaker y 3 de Terborgh, ya que se dan distribuciones amplias de especies dominantes separadas abruptamente y recambio de especies asociadas dentro de esas áreas.
6. El desecamiento (período final) altera con mayor intensidad la distribución de Carabidae, provocando restricciones a una o dos estaciones, situación que lo aproximaría a una distribución semejante al modelo 1 de Whittaker ó 3 de Terborgh, en tanto Tenebrionidae acentúa la situación inicial, índice de una mejor adaptación de la familia al gradiente de tipo suave y xérico.
7. Carabidae presenta tres especies eurihídricas: *Anisotarsus chilensis, Crossonychus viridis* y *Pterostichus aerea,* las cuales se distribuyen en amplios sectores del gradiente y están presentes en las cuatro situaciones estudiadas y numerosas especies estenohídricas, ya sea a altos niveles de contenido de agua como *Axinopalpus humeralis, Notaphus aubei, N. posticalis, N. servillei, Paramecus laevigatus, Pterostichus lucida,* o a niveles intermedios: *Metius* sp., *Pterostichus aratus* y *Anisotarsus* sp.
8. Tenebrionidae sólo presenta dos especies estenohídricas estrictas: *Archeocryptichus chilensis* en árbol y *Praocis* sp. en hierba, y una mayor proporción de especies eurihídricas relativas (niveles más bajos de contenido de agua que Carabidae) como son *Apocrypha elegans, Nycterinus substriatus, Blapstinus punctulatus, Gramnicus chilensis* y *Discopleurus quadricollis,* todas las cuales, salvo *A. elegans,* manifiestan preferencia por árbol *(N. substriatus)* o hierba.

REFERENCIAS

BAVER, L., W. H. GARDNER y W. R. GARDNER. 1972. Soil Physics Forth edition John Wiley & Sons. New York U.S.A. 520 pp.

BESCHEL, R. E. y P. J. WEBBER. 1962. Gradient analysis in swamp forest. Nature, **194**: 207-209.

BRAY, J. R. y J. T. CURTIS. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. Ecol. Monographs, **27**: 325-349.

CROWSON, R. A. 1981. The Biology of the Coleoptera. Academic Press. London. 802 pp.

CURTIS, J. T. y R. P. McINTOSCH. 1951. An upland forest continuum in the praire forest border region of Winconsin. Ecology, **32**: 476-496.

FEDER, M. E. y J. F. LYNCH. 1982. Effects of latitude, season, elevation and microhabitat on field body temperatures of neotropical and temperate zone salamanders. Ecology, **63** (6): 1657-1664.

FUENTES, E. y F. JAKSIC. 1979. Latitudinal size variation on chilean foxes: test of alternative hipotheses. Ecology, **60** (1): 43-47.

HAJEK, E. R. y F. DI CASTRI. 1975. Bioclimatología de Chile. Dirección de Investigación Vice-Rectoría Académica U. Católica de Chile. 107 pp. (Mimeografiado).

HUEY, R. 1978. Latitudinal pattern of Between-altitude faunal similarity: mountains might be "higher" in the tropics. The American Naturalist, **112** (983): 225-229.

KEDDY, P. 1982. Population Ecology on an Enviromental gradient: *Cakile edentula* on sand dune. Oecologia, **52** (3): 348-355.

LEVINS, R. 1968. Evolution in changing enviroments. Some theoretical explorations. Princeton University Press.

PEMADAZA, M. y D. MUELLER-DOMBOIS, 1979. An ordination study of montane grasslands of Sri Lanka. J. Ecology, **67** (3): 1009-1024.

PEÑA, L. 1966. Catálogo de los Tenebrionidae (Coleptera) de Chile. Sonderadbruck ent. Arb. aus dem Museum G. Frey, Tutzing Band 17.

PIANKA, E. 1966. Latitudinal gradients in species diversity: a review of concepts. Amer. Natur., **100** (910): 33-46.

PIELOU, E. C. 1969. An Introduction to Mathematical Ecology. John Wiley & Sons. New York. 266 pp.

PIELOU, E. C. 1975. Ecological Diversity. John Wiley & Sons. New York. 165 pp.

SAIZ, F. 1980. Experiencias en el uso de criterios de similitud en el estudio de comunidades. Arch. Bio. y Med. Exp. Sociedad de Bio. de Chile, **13** (4): 403-412.

SAIZ, F. y J. CAMPALANS. 1984. Gradiente latitudinal de Taxocenosis coleopterológicas de Chile semiárido. Revista Chilena de Hist. Nat., **57**: 155-170.

SAIZ, F., M. C. TORO y E. VASQUEZ. 1979. Taxocenosis colepterológica epígea y desecamiento del estrato herbáceo en estepas de *Acacia caven*. An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso, **21**: 29-51.

SAIZ, F. y E. VASQUEZ. 1980. Taxocenosis coleopterológicas epígeas en etapas de Chile semiárido. An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso. **13**: 145-157.

SOKAL, R. y F. J. ROHLF. 1969. Biometry, W. H. Freeman C. London.

TERBORGH, J. 1971. Distribution on enviromental gradients: Theory and preliminary interpretation of distributional patterns in avifauna of the Cordillera Vilcabamba, Perú. Ecology, **52** (1): 23-40.

THIELE, H. U. 1977. Carabidae Beetles in their enviroments. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. New York. 369 pp.

VASQUEZ, E. y F. SAIZ. 1978. Estudios ecológicos sobre artrópodos concomitantes a *Acacia caven*. III: Taxocenosis coleopterológica epigea en período de floración del espino. An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso, **11**: 69-80.

VOHRA, F. C. 1971. Zonation on a tropical sandy shore. J. Animal Ecology, **40** (3): 679-708.

WHITTAKER, R. H. 1956. Vegetation of the Great Smoky Mountains. Ecology Monographs, **26**: 1-80.

WHITTAKER, R. H. 1967. Gradient analysis of vegetation. Biol. Rev., **42**: 207-264.

WHITTAKER, R. H. 1970. Communities and Ecosystems. MacMillan Co. New York. 158 pp.

YEATON, R. y M. CODY. 1979. The distribution of cacti along enviromental gradients in the Sonora and Mohave desert. J. Ecology, **67**: 529-541.

CARACTERISTICAS DEL PERIODO REPRODUCTIVO DE TRES ESPECIES DE ROEDORES CRICETIDOS DEL BOSQUE HIGROFILO TEMPLADO

LUZ GONZALEZ y ROBERTO MURUA

ABSTRACT: The reproductive period of three cricetid species inhabiting Valdivian rain forest, *Akodon olivaceus, Oryzomys longicaudatus* and *Akodon longipilis* was studied. These species exhibited a seasonal reproductive pattern limited to spring and summer months. The length of the reproduction period was not significantly related to population densities.

En las praderas templadas de América del Sur los roedores presentan una reproducción estacional (O'Connell 1982). La longitud de esta estación reproductiva varía con la latitud y el inicio de ella es diferente incluso entre especies simpátridas. (O'Connell 1982).

La edad al alcanzar la madurez sexual varía entre muchas de las especies de roedores de áreas templadas, dependiendo de sus propias épocas de nacimiento y del peso. Los jóvenes que nacen tempranamente en la estación reproductiva, rápidamente alcanzan la madurez sexual y son capaces de reproducirse durante la misma estación. En contraste, jóvenes nacidos a fines del período no se reproducen, sino hasta la estación siguiente (Pearson 1967, Dalby 1975). Antecedentes sobre la existencia de un polimorfismo estacional que se manifiesta por cambios en la morfología, fisiología y tamaños de órganos internos, de acuerdo a la época de nacimiento (Fedyk 1974) apoyan la idea que animales nacidos en otoño son a igual edad fisiológicamente más jóvenes que los nacidos en primavera.

Por otra parte, roedores de mayor peso (sobre 80 g.) no alcanzan la madurez sexual en la misma estación, como es el caso de *O. degus* en la zona central (Contreras y Bustos Obregon 1977) y de los tuco-tucos (*Ctenomis*) que alcanzan la madurez dentro del año, pero no en la misma estación de nacimiento (Pearson 1959).

Se ha sugerido que la edad en que se alcanza la madurez sexual y la capacidad de reproducirse durante la estación de nacimiento (Pearson 1967, Dalby 1975) y la extensión del período reproductivo (Wiger 1979) serían factores que influyen en las densidades poblacionales. Las tres especies de cricétidos más abundantes en los bosques templados del sur, *Akodon olivaceus, Oryzomys longicaudatus* y *Akodon longipilis* presentan patrones de densidades poblacionales diferentes. *A. olivaceus* se ha mostrado como una especie que tendría un ciclo multianual de longitud variable de años (Murúa y González 1985); por otra parte, *O. longicaudatus* muestra un típico ciclo de dos años (Murúa y Jofré 1984) y finalmente *A. longipilis* presenta densidades bajas con reclutamiento contínuo durante el año (Fulk 1975; Meserve y Glanz

Instituto de Ecología y Evolución, Universidad Austral de Chile. Casilla 567-Valdivia. Proyecto de Investigación S-81-17 y RS-81-17. D.I., U.A.CH.

1978). Estos antecedentes plantean el objetivo del presente trabajo, que es conocer las características reproductivas de estas tres especies y relacionar los períodos reproductivos con las fluctuaciones de la densidad.

MATERIAL Y METODOS

El estudio se realizó en el Bosque Experimental San Martín, entre marzo de 1979 y agosto de 1983 (78 Km. al Norte de Valdivia, 39º 38' S., 73º 07' W.). Se instalaron 2 retículos de trampeo en habitat de bosque típico valdiviano y en una zona más abierta de pradera-matorral. El bosque típico valdiviano consta de *Aextoxicon punctatum, Gevuina avellana, Nothofagus obliqua, Eucryphia cordifolia, Laurelia philippiana, Laurelia sempervirens* y *Persea lingue* entre las especies de árboles dominantes y con un estrato arbustivo denso constituido principalmente por *Chusquea quila.* El estrato herbáceo se caracteriza por la presencia de *Nertera granadensis* en áreas abiertas y *Rigodium implexus* en áreas sombrías. La existencia de *N. obliqua* y *R. implexus* hace a esta asociación diferente de la descrita por Oberdofer (Cárdenas 1976). La pradera se caracteriza por la presencia de *Agrostis tenuis, Holcus lanatus, Bromus unioloides, Dactylis glomerata* y arbustos tales como *Chusquea quila, Greigia sphacelata, Rubus constrictus* y *Rosa moschata.* (Cárdenas 1976). El clima de esta área está incluido en la región oceánica con influencia mediterránea (Di Castri 1968) y se caracteriza por alta pluviosidad (2.000 - 3.000 mm.) durante el invierno, decreciendo en el verano. La humedad es alta, permaneciendo alrededor del 80% con pequeñas fluctuaciones durante el invierno y declinando en el verano.

Entre 1979 y 1980 cada retículo contenía 144 trampas Sherman medianas, 1 por estación a 10 m. entre ellas, cubriendo un área de 1.2 há. A partir de 1981 solamente en el bosque se agregó una trampa por estación, completando un total de 288 trampas. Se realizó un censo mensual durante 11 días entre 1979 y 1980 y se redujo en 1981 a 6 días en bosque y 4 en pradera-matorral. El número variable de días de captura se debe a que también se trabajó en forma simultánea en estudios de patrones de utilización del espacio y dispersión en el mismo retículo.

Se utilizó el método de captura, marcaje y recaptura (C.M.R.). Los animales se marcaron hasta 1980 por amputación de dedos y a partir de 1981 con anillo numerado. Los animales fueron sexados, medidos (longitud total, largo de la cola), pesados y se estimó su condición reproductiva. Se consideran en estado reproductivo a los machos que presentaban testículos escrotales y a las hembras que tenían vaginas perforadas; la preñez fue determinada por palpación y la lactancia por la presencia de mamas lactogénicas La intensidad de la reproducción correspondió al porcentaje de animales reproductivos del total de animales capturados.

Se estimó un índice de densidad relativa para homologar los datos de los distintos años y habitat (Nº de animales supuestos vivos/Nº trampas x Nº días) considerándose sólo los 4 primeros días de trampeo, debido a que en ese período se capturaron entre el 72 al 100% de la población.

La estructura por edades de *A. olivaceus y O. longicaudatus* se estimó

en base a cohortes móviles entre los años 1979 y 1983. Estas cohortes se distinguieron por el largo de la cola que se correlacionó con el desgaste dentario (Santana 1981). En el año 1983 no se tomaron las medidas de largo de la cola y sólo se entregan los pesos de los animales por sexo. Para *A. longipilis* no existe la información necesaria para distinguir cohortes móviles. Se nominaron las cohortes como k_{ij} siendo i= 0,1 generación anterior o del año, y j= 1, 2, 3 ó 4 cohortes distintas para cada generación.

RESULTADOS Y DISCUSION

Para estimar los límites del período reproductivo en las tres especies estudiadas, se consideró la presencia de animales reproductivos de uno u otro sexo o ambos. En cambio, el período de apareamiento corresponde a aquel lapso de tiempo en que se presentan individuos de ambos sexos en competencia reproductiva. La presencia de hembras lactantes a fines del período reproductivo permitió en algunos casos, precisar el término del período de apareamiento, que se consideró haber ocurrido dos semanas antes.

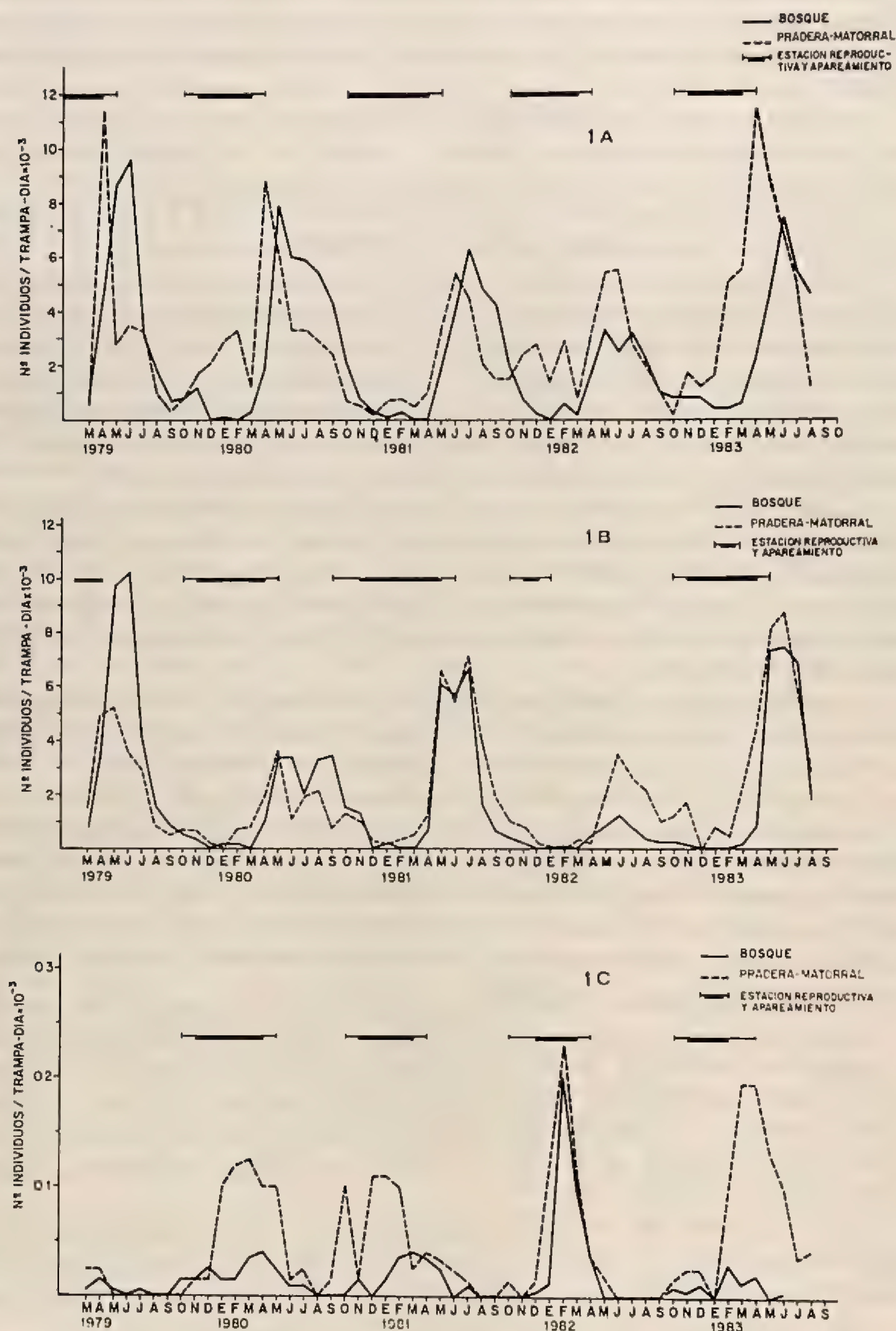
Los datos de reproducción se analizaron independientemente para cada habitat, debido a que las especies muestran patrones de dinámica poblacional diferentes (Lopetegui 1980; González et al. 1982). Sin embargo, debido al bajo número de animales que se capturaron durante la época reproductiva se consideran en conjunto los datos obtenidos de ambos habitats para delimitar el período reproductivo.

Las tres especies estudiadas presentan un período reproductivo entre las estaciones de primavera-otoño. En general este período se extiende de octubre a abril con variaciones en los períodos de apareamiento.

En la Fig. 1-A se muestran los valores de la densidad poblacional en *A. olivaceus* y la duración de la estación reproductiva y de apareamiento en ambos habitats estudiados. No se observa una relación importante en la extensión de la estación reproductiva con la densidad, ya que aunque 1979 corresponde a un año de altos números y 1980-1982 corresponden a años declinantes (Murúa 1983) ambos períodos presentan extensiones similares (r_s =0.47 n.s., N= 4). En general, el período reproductivo de esta especie se extiende de octubre a abril con pequeñas variaciones, similar a lo descrito para la misma especie en el Parque Nacional Nahuelhuapi (Pearson 1983). La extensión de este período es de sólo cinco meses, septiembre a febrero, en Fray Jorge, aumenta a 7 meses de septiembre a marzo, en La Rinconada (Santiago) (Fulk 1975) y es de 7 a 8 meses en el bosque valdiviano, prolongándose hacia el otoño.

En los años 1981 y 1982 que son los años de más baja densidad, el apareamiento ocurre al inicio del período reproductivo (80-81 y 81-82) a diferencia de los otros años en que se inicia un mes más tarde, debido a que sólo uno de los sexos está reproductivamente activo. (Fig. 1-A).

En el Cuadro N° 1, se entregan los valores de la intensidad de la reproducción, y peso de individuos que participan en la reproducción, de acuerdo a la cohorte a que pertenecen. La intensidad de la reproducción presenta valores máximos durante los meses de noviembre y diciembre decreciendo en enero y febrero con valores mínimos al inicio del



Densidad y períodos reproductivo y de apareamiento de las poblaciones de:

Fig. 1-A: *Akodon olivaceus.*

Fig. 1-B: *Oryzomys longicaudatus.*

Fig. 1-C: *Akodon longipilis,* en los 5 años estudiados.

Cuadro Nº 1. Intensidad de la reproducción y peso de los animales reproductivos por cohortes en *A. Olivaceus* entre los años 1979 y 1983 en bosque y pradera-matorral.

		BOSQUE		PRADERA MATORRAL	
Año Mes y	Sexo	Reproducción de la Intensidad	Peso animales reproductivos por cohortes. x (rango)	Intensidad de la Reproducción	Peso animales reproductivos por cohortes. x (rango)
1979					
	Macho	0.00	K_{11} 24.5(22.0-27.0)		
Abril			K_{12} 32.00 ***	*	*
	Hembra	21.43			
	Macho			0.00	*
Mayo		*	*		
	Hembra			3.33	K_{11} 25.0 ***
	Macho	100.00	K_{02} 23.3(19.3-27.0)	100.00	K_{02} 24.7***
Noviembre			K_{03} 21.3(29.3-23.5)		K_{03} 20.9(19.8-22.8)
	Hembra	100.00	K_{02} 19.8 ***	100.00	K_{03} 17.1(13.7-20.5)
	Macho			85.71	K_{11} 15.7(11.4-20.0)
Diciembre		·	*		K_{03} 22.9(19.5-25.3)
	Hembra			100.00	K_{03} 28.2(27.0-30.3)
1980					
	Macho	100.00	K_{11} 25.0 ***		
Enero				*	*
	Hembra	0.00	——		
	Macho			55.55	K_{11} 21.2(19.0-22.3)
Febrero		*	*		K_{12} 18.0 ***
					K_{13} 13.5(13.0-14.0)
	Hembra			63.64	K_{01} 30.8 ***
					K_{11} 26.5(21.0-28.5)
					K_{12} 21.7(18.0-26.8)
					K_{13} 13.0 ***
	Macho	0.00	——		
Abril				*	*
	Hembra	66.71	K_{11} 20.0 ***		
			K_{12} 19.0 ***		
	Macho	0.00	——	0.00	——
Octubre					
	Hembra	16.67	K_{03} 16.0 ***	100.00	K_{03} 16.9(16.7-17.0)
1981					
	Macho			50.00	K_{03} 25.0 ***
Enero		*	*		
	Hembra			50.00	K_{03} 23.3***
	Macho	12.50	K_{11} 18.9 ***	0.00	
Marzo			K_{12} 26.5 ***		——
	Hembra	0.00		12.50	K_{12} 20.3 ***

Mes y año	Sexo	BOSQUE Intensidad de la reproducción	BOSQUE Peso de los animales reproductivos x (rango)	PRADERA MATORAL Intensidad de la reproducción	PRADERA MATORAL Peso animales reproductivos por cohortes. x (rango)
Octubre	Macho	12.50	K_{12} 28.5(21.9-25.2)	50.00	K_{03} 25.2(23.5-27.0)
	Hembra	0.00	——	60.00	K_{02} 19.9(19.5-20.3)
Diciembre	Macho	100.00	K_{01} 27.6 ***	50.00	K_{03} 24.5(23.0-26.0)
	Hembra	100.00	K_{02} 21.3 ***	75.00	K_{03} 27.8(24.5-34.0) K_{04} 24 ***
1982					
Febrero	Macho	50.00	K_{01} 21.0(20.0-21.5)	75.00	K_{11} 26.5(22.0-29.0)
	Hembra	0.00	——	55.00	K_{11} 27.3(23.5-29.5) K_{12} 23.8(22.7-25.0)
Abril	Macho	8.33	K_{11} 29.0 ***	7.69	K_{11} 29.0 ***
	Hembra	0.00	——	40.00	K_{12} 22.0(20.0-24.0)
Octubre	Macho	71.42	K_{02} 18.0 *** K_{03} 20.0 *** K_{04} 20.0 ***		
	Hembra	100.00	K_{01} 28.0 *** K_{02} 25.1 *** K_{04} 23.6 ***		
Diciembre **	Macho	100.00	22.2(16.0-27.2)	80.00	16.2(15.0-17.5)
	Hembra	50.00	24.7(22.0-27.0)	100.00	19.3(17.0-21.6)
1983					
Enero	Macho	*	*	100.00	25.5(23.0-28.0)
	Hembra			85.00	25.8(20.5-29.8)
Febrero **	Macho	100.00	19.5(19.0-20.0)	*	*
	Hembra	33.33	21.0 ***		
Marzo **	Macho	0.00	——	23.07	23.3(23.0-24.0)
	Hembra	50.00	19.5(19.0-20.0)	41.18	22.2(13.5-34.5)
Abril **	Macho	7.69	24.25 ***	7.14	21.3(20.8-22.0)
	Hembra	12.50	33.00 ***	16.00	22.2(18.0-29.9)

* No hay animales capturados en ese habitat para ese mes.

** A partir de octubre de 1982 hasta abril de 1983, no se han identificado los diferentes cohortes en la población, por lo tanto se muestran los valores de peso totales por sexo.

*** Un solo individuo.

período reproductivo en octubre o al término en abril. En mayo, los valores de intensidad de reproducción corresponden a hembras lactantes.

La reproducción se inicia con las cohortes que han pasado el invierno (k_{01}, k_{02}, k_{03}) fluctuando el peso de los individuos reproductivos al inicio de la estación, entre 13,7 g. y 28 g. Los individuos nacidos en la estación (k_{11}, k_{12}) presentan un peso mínimo de 11,4 g. al alcanzar la madurez sexual en diciembre de 1979. Similar situación ha sido descrita para *A. olivaceus* en Argentina por Pearson (1983), en que los machos nacidos en primavera alcanzan la condición reproductiva con menos de dos meses de edad, reproduciéndose en su primer verano. Lo mismo ha sido encontrado en *Akodon azarae* (Pearson 1967; Dalby 1975).

Los resultados aquí presentados muestran que la reproducción de esta especie ocurre principalmente en la pradera matorral, lo que apoya la hipótesis adelantada en un trabajo previo de nosotros (González et al. 1982) que *A. olivaceus* utilizaría los dos habitats en tiempos diferentes. En el bosque tendría importancia el recurso alimento, aportado por semillas anualmente en otoño. El habitat de pradera matorral proporcionaría refugio y facilidades para la construcción del nido (Murúa 1983).

Oryzomys longicaudatus se reproduce estacionalmente desde octubre a mayo, lo que concuerda con lo descrito por Pearson (1983), quien encontró machos reproductivos a fines de octubre, y hembras preñadas en las muestras de otoño en el Parque Nahuelhuapi en Argentina. Fulk (1975) indica que en Chile Central esta especie se reproduce principalmente a fines del verano y otoño.

Del análisis de los cinco años estudiados en esta especie, se aprecia que no existe una relación significativa entre la extensión del período reproductivo y la densidad de animales (r_s = 0.63, n.s., N=4). La longitud de este período varió durante los años y habitats estudiados (Fig. 1-B). Si se comparan los años de baja densidad (1980-1982) se observa que el año 1982 fue precedido por un corto período reproductivo de cuatro meses, en cambio el año 1980 por uno de ocho meses. Por otra parte, el período reproductivo más largo (10 meses) precedió un año de altos números (1981). Estos hechos se contraponen con la falta de asociación encontrada entre la extensión del período reproductivo y la densidad, lo que podría explicarse porque el número de años observados es insuficiente o porque en la extensión del período influyen otros factores. En esta especie el período reproductivo parece estar asociado con la cantidad de recurso disponible en el habitat. Estos recursos de alimento varían anualmente en San Martín (González 1984). *Oryzomys longicaudatus* es esencialmente granívoro y el verano de 1981 se caracterizó por una abundancia de semillas de *Aextoxicon punctatum* (olivillo) y *Gevuina avellana* (avellana) que corresponden al item alimenticio preferido por esta especie, lo que permite reproducirse hasta el invierno. El año 1982 se caracterizó por ser un año de escaso recurso alimentario (semillas) (González 1984).

En el Cuadro Nº 2, la intensidad de la reproducción variable que se observó en el verano en los diferentes años, puede estar asociada con la baja atrapabilidad de esta especie en la época, debido a que posiblemente sus hábitos trepadores (Pearson 1983; Murúa y González 1982) se acentuarían

Cuadro Nº 2: Intensidad de la reproducción y peso de los animales reproductivos por cohortes en *O. longicaudatus*, entre los años 1979 y 1982 en bosque y pradera-matorral.

Mes y año	Sexo	BOSQUE Intensidad de la reproducción	BOSQUE Peso de los animales reproductivos	PRADERA MATORAL Intensidad de la reproducción	PRADERA MATORAL Peso animales reproductivos por cohortes. x (rango)
1979					
Abril	Macho	18.18	K_{11} 33.5(32.0-35.9)	6.25	K_{11} 28.4***
	Hembra	15.38	K_{11} 28.0(24.0-32.0)	14.28	K_{11} 25.2(23.0-29.0)
Octubre	Macho	*		0.00	——
	Hembra	*	*	50.00	K_{03} 19.6 ***
Noviembre	Macho	*		50.00	K_{01} 29.0 ***
	Hembra		*	100.00	K_{02} 15.8(12.4-19.2)
1980					
Febrero	Macho	*	*	33.30	K_{11} 22.0 ***
	Hembra			100.00	K_{02} 34.0 ***
Marzo	Macho	*	*	0.00	——
	Hembra		—	20.00	K_{11} 20.0 ***
Noviembre	Macho	0.00	K_{02} 18.0 ***	0.00	——
	Hembra	11.11		100.00	K_{03} 18.7(16.5-21.0)
1981					
Febrero	Macho	*	*	100.00	K_{11} 29.5 ***
	Hembra			0.00	——
Abril	Macho	5.88	K_{12} 22.0 ***	50.00	K_{11} 37.0 ***
	Hembra	10.00	K_{12} 21.5 ***	66.67	K_{11} 34.5 ***
Mayo	Macho	0.00		*	*
	Hembra	38.46	K_{11} 31.9(25.0-36.0) K_{12} 26.6(23.5-28.0) K_{13} 19.5 ***		
Octubre	Macho	0.00	——	0.00	——
	Hembra	50.00	K_{02} 22.0 ***	50.00	K_{03} 17.2(13.3-18.0)

	Macho	100.00	K_{03} 29.0 ***	*	*
Diciembre					
	Hembra	0.00	——	*	*
1982					
	Macho			0.00	——
Noviembre		*			
**	Hembra		*	33.33	K_{02} 24.0 ***
1983					
	Macho			100.00	20.0 *
Febrero		*	*		
**	Hembra			0.00	——
	Macho	16.67	26.8(24.0-29.5)	15.40	30.5 *
Abril					
**	Hembra	66.67	23.5(12.5-32-5)	62.50	29.8(29.5-30.0)
	Macho	0.00	——		
Mayo				*	*
	Hembra	13.79	31.1(26.0-40.5)		

* No hay animales capturados en ese habitat para ese mes.

** A partir de octubre de 1982 hasta abril de 1983 no se han identificado los diferentes cohortes presentes en la población, por lo tanto se muestran los valores de peso totalmente por sexo.

*** Un solo individuo.

en esta época con la nidificación en altura. Sin embargo se observa una mayor actividad reproductiva en el habitat pradera matorral durante esta estación. Los animales que sobreviven el invierno (k_0) disminuyen notoriamente de peso y empiezan a reproducirse con pesos bajos, siendo k_{02} = 12,4 g. el mínimo encontrado. Dada la baja atrapabilidad de esta especie durante el verano, los animales nacidos en la estación se atrapan tarde en el período reproductivo, lo que impide determinar el peso mínimo al alcanzar la madurez sexual. Sin embargo, Pearson (1983) encontró hembras jóvenes en diciembre con un peso de 14,5 g., e indica que animales nacidos en noviembre alcanzan su competencia reproductiva probablemente al mes de edad. Similar situación se ha encontrado en el Bosque Experimental San Martín, donde los individuos nacidos al inicio de la estación reproductiva se reproducen en la misma estación al igual que *Akodon olivaceus*.

La dinámica poblacional de *A. longipilis* es diferente a la observada en las otras dos especies, *A. olivaceus* y *O. longicaudatus* (Fig. 1-C). Los bajos números encontrados durante el año se aumentan ostensiblemente en primavera y verano cuando las otras especies declinan, pudiendo estas llegar a desaparecer completamente en verano del habitat bosque. La actividad reproductiva la realiza en ambos habitats, sin embargo, se observa una mayor intensidad de la reproducción en el bosque (Cuadro Nº 3).

Akodon longipilis presenta un período reproductivo estacional, que se

extiende entre octubre a abril (Fig. 1-C). Este período es similar a lo encontrado por Pearson (1983) en Argentina, donde a fines de octubre la mayoría de los animales que sobrevivieron el invierno están reproductivos. Fulk (1975) en cambio, señala que en Fray Jorge, la tasa reproductiva de *A. longipilis* es baja, pero continua durante el año, encontrando animales con testículos escrotales en todos los meses a excepción de mayo, y hembras preñadas en agosto y febrero. Por otra parte, Meserve y Glanz (1978) señalan que esta especie presenta en la zona norte un máximo reproductivo más temprano que lo que ocurre en el sur de Chile y Argentina.

Cuadro Nº 3: Intensidad de la reproducción y peso de los animales reproductivos en *A. longipilis* entre los años 1979 y 1982 en bosques y pradera-1matorral.

		BOSQUE		PRADERA MATORAL	
Mes y año	Sexo	Intensidad de la reproducción	Peso de los animales reproductivos x (rango)	Intensidad de la reproducción	Peso animales reproductivos por cohortes. x (rango)
1979					
Octubre	Macho	50.00	44.0 **	*	*
	Hembra	0.00	——		
Diciembre	Macho	100.00	45.0 **	*	*
	Hembra	100.00	35.0 (38.0-32.0)		
1980					
Enero	Macho	*	*	50.00	38.2 (36.5-40.0)
	Hembra			50.00	39.0 **
Febrero	Macho	*	*	40.00	40.0 (39.0-41.0)
	Hembra			33.33	41.0 **
Marzo	Macho	100.00	49.5 (51.0-58.0)	*	*
	Hembra	0.00	——		
Octubre	Macho	*	* *	75.00	33.3 (31.0-34.0)
	Hembra			50.00	30.0 **
Noviembre	Macho	100.00	41.0 (40.0-42.0)	*	*
	Hembra	0.00	——		
1981					
Enero	Macho	100.00	45.5 (43.0-48.0)	60.00	44.5 (43.0-46.0)
	Hembra	0.00	——	50.00	39.0 **
Marzo	Macho	100.00	49.0 (45.0-53.0)	*	*
	Hembra	0.00	——		

	Macho			40.00	48.2 (42.5-54.0)
Abril		*	*		
	Hembra			0.00	——
	Macho	100.00	42.0 **		
Diciembre				*	*
	Hembra	0.00	——		
1982					
	Macho	100.00	42.8 (23.0-51.0)	50.00	46.6 (46.0-48.0)
Febrero					
	Hembra	25.00	43.0 (36.0-51.0)	33.00	36.0 (23.0-45.0)
	Macho	100.00	34.0 **	*	*
Octubre					
	Hembra	100.00	34.0 **		
	Macho	0.00	——	*	*
Diciembre					
	Hembra	100.00	43.3 (38.0-48.5)		
1983					
	Macho	50.00	44.0 **		
Marzo				*	*
	Hembra	0.00	——		

* No hay animales capturados en ese habitat para ese mes.

** Sólo un individuo.

Los animales reproductivos de menor peso (30 g.) se observaron en octubre. Pearson (1983) en Argentina encontró hembras reproductivas nacidas en noviembre que se reproducen a temprana edad, observando en diciembre una hembra de 15.5 g. con útero largo y vascular y cuerpo lúteo. En nuestro caso, sólo se ha encontrado una hembra reproductiva de 23,0 g. en febrero de 1982, que posiblemente correspondería a un individuo nacido en la misma estación.

El año 1982 fue un año con alto número de individuos, (Fig. 1-C) lo que indicaría que las condiciones fueron muy favorables, permitiendo una madurez sexual temprana. Los resultados obtenidos de los otros años indican que los animales que se reproducen en la estación, son los que han pasado el invierno y nacieron en la estación precedente. Similar situación es descrita para el caso de los machos en Argentina (Pearson 1983).

La existencia en áreas boscosas de espacios abiertos de pradera matorral, producto de la actividad humana o catástrofes naturales, influyen en la dinámica poblacional de las especies de roedores cricétidos *A. olivaceus* y *O. longicaudatus*. La desaparición de los animales del habitat bosque durante el verano es un hecho que se repite año a año en los cinco años estudiados. Se produciría un proceso de dispersión de los animales hacia los espacios abiertos de pradera-matorral en verano donde la actividad reproductiva sería importante. Los animales colonizan anualmente el bosque a fines del verano y otoño, lo que coincide con la producción máxima anual de semillas (Murúa y González 1985). Esta mayor disponibilidad de recursos durante esta época dilataría la extensión del período reproductivo de las tres especies. En efecto, se ha mostrado en estudios de terreno, que la abundancia de los re-

cursos alimentarios aumenta la extensión del período reproductivo en roedores que habitan en bosques europeos (Jensen 1982). La disponibilidad de recursos podría explicar los variables períodos reproductivos observados en otras zonas de Chile, los que se centrarían en los períodos ambientales favorables del área geográfica.

CONCLUSIONES

1. *Akodon olivaceus, Oryzomys longicaudatus* y *Akodon longipilis* presentan reproducción estacional, característica de roedores de las praderas templadas descritas para América del Sur.
2. Cambios en la extensión del período reproductivo, no se relacionan con la densidad poblacional.
3. Individuos nacidos durante la primera parte del período reproductivo de las especies *Akodon olivaceus* y *Oryzomys longicaudatus* alcanzan a reproducirse en esta estación. No ocurre lo mismo con *Akodon longipilis,* puesto que los machos no se reproducen hasta la estación reproductiva siguiente.

REFERENCIAS

CARDENAS, R. 1976. Flora y vegetación del Fundo San Martín, Valdivia, Chile. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias, U. Austral de Chile. 96 págs.

CONTRERAS, L. y E. BUSTOS-OBREGON. 1977. Ciclo reproductivo anual de *Octodon degus* (Molina) macho. Medio Ambiente, 3 (1): 83-90.

DALBY, P. L. 1975. Biology of pampa rodents, Balcarse area, Argentina. Publications of the Museum, Michigan State University, 5: 153-271.

DI CASTRI, F. 1968. Esquisse Ecologique du Chile, Biologie de L'amerique Austral, 4: 6-51.

FEDYK, A. 1974. Gross body composition in post natal development of the bank vole. II Differentiation of seasonal generations. Acta Theriol., 19 (27): 403-427.

FULK, G. 1975. Population ecology of rodents in semiarid shrublands of Chile. Occasional Paper, Museum of Texas Tech. University, 33: 1-39.

GONZALEZ, L. A., R. MURUA y R. FEITO. 1982. Densidad poblacional y padrones de actividad espacial de *A. olivaceus* (Rodentia: Cricetidae) en habitats diferentes. Zoología Neotropical, (Ed. P. Salinas): 935-947. Actas VIII Congreso Latinoamericano de Zoología. Mérida, Venezuela.

GONZALEZ, L. A. 1984. Semillas de árbol, factor extrínseco en la regulación poblacional de *Oryzomys longicaudatus* philippii en el bosque higrófilo templado. Arch. Biol. Med. Exp., R-142.

JENSEN, T. S. 1982. Seed Production and Outbreaks of non-cyclic rodent population in deciduous forest. Oecologia, 54: 184-192.

LOPETEGUI, O. 1980. Dinámica poblacional y utilización del hábitat de *Akodon olivaceus brachiotis, Oryzomys longicaudatus philippii* y *Akodon longipilis apta* (Cricetidae) en la pluviselva valdiviana. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias, U. Austral de Chile. 61 pág.

MESERVE, F y W. GLANZ. 1978. Geographical ecology of small mammals in the northern Chilean arid zone. J. of Biogeography, 5: 135-148.

MURUA, R. 1983. Dinámica de los números en *Akodon olivaceus* (Rodentia: Cricetidae). Medio Ambiente, 6 (2): 10-16.

MURUA, R. y L. A. GONZALEZ. 1982. Microhabitat selection in two chilean cricetids. Oecologia, (Berl.) 52: 12-15.

MURUA, R. y L. A. GONZALEZ. 1985. A. cycling population of *Akodon olivaceus* (Roden-

tia: Cricetidae) in a chilean temperature rain forest. Acta Zoologica Fennica, 173:77-79. press).

MURUA, R. y L. A. GONZALEZ. 1985. Producción de semillas de especies arbóreas en la pluviselva valdiviana. Bosque (Valdivia), 6 (1): 15-23.

MURUA, R. y C. JOFRE. 1984. Existencia de un ciclo de densidad de dos años en una población de Oryzomys en un área forestada del sur de Chile. Arch. Med. Biol. Exp., R-161.

O'CONNELL. 1982. Population biology in South American grassland rodents. En: Mammalian Biology in South America. Ed. M. A. Mares y H. H. Genowass. Pymatuning Symposium of Ecology. U. of Pittsburgh.

PEARSON, O. P. 1959. Biology of the subterranean rodents, *Ctenomys* in Perú. Memorias Mus. Hist. Nat. "Javier Prado", (9): 1-56.

PEARSON, O. P. 1967. La estructura por edades y la dinámica reproductiva en una población de ratones de campo, *Akodon azarae*. Physis, 27 (74): 53-58.

PEARSON, O. P. 1983. Characteristics of a mammalian fauna from forest in Patagonia southern Argentina. J. Mamm., 64 (3): 476-492.

SANTANA, A. M. 1981. Determinación de edad y clases de edad en *Oryzomys longicaudatus philippii*, roedor silvestre del bosque higrófilo templado, en el sur de Chile. Tesis Esc. Biología, Facultad de Filosofía y Humanidades. U. Austral de Chile. 37 pág.

WIGER, R. 1979. Demography of a cyclic population of the bank vole *Clethrionomys glareolus*. Oikos, 33: 373-385.

CICLO REPRODUCTOR DE LOS CONEJOS EN CHILE CENTRAL I. MADUREZ Y RELACION SEXUAL

SERGIO ZUNINO y CARLOS VIVAR

RESUME: Des lapins de garenne, *Oryctolagus cuniculus* ont été capturé en la Reserve Forestiére du Lac Peñuelas pendant 13 mois.

On determine, l'âge de 4 mois comme la limite minimale pour reussir la madurité sexualle chez lapins. Le rapport entre les inmatures et les adultes a des variations dans l'ans. Les inmatures sont absentes dans l'automme austral, par contre les adultes sont presents tout l'année. La relation de sexes est variable par mois, mais la valeur annuelle n'est pas different a 50:50.

Ces résultats sont analisés et examinés avec d'autres populations des lapins du monde.

El conocimiento de los fenómenos reproductivos de *Oryctolagus cuniculus* L. 1758, está ampliamente documentado, en especial en aquellos países en donde los conejos han sido introducidos, a causa de haberse constituido en un importante competidor para los intereses humanos y por ser un serio alterador de los ecosistemas naturales.

Los primeros aportes a este estudio fueron realizados en Gran Bretaña por Southern (1940), Brambell (1944), Stephens (1952), Lloyd (1967), Lloyd y McCowan (1968), entre los más destacados. En Australia están los trabajos de Poole (1960), Myers (1970), Daly (1980), Shepherd et al. (1981) y en sus territorios subantárticos de Islas Macquarie los aportes de Shipp et al. (1963), Skira (1978 y 1980). En Nueva Zelanda, entre otros, están los de Watson (1957), McIlwaine (1962), Wodzicki y Darwin (1962) y Bell (1977). Importantes, aunque poco numerosos son los trabajos de poblaciones de conejos de Suecia (Andersson y Meurling 1977, Andersson et al. 1979).

Paradojalmente, en la región circunmediterránea europea, de donde son originarios los conejos, estudios sobre la reproducción de estos son escasos, excepción hecha por los de Arthur (1977 y 1980), Rogers (1979) y de Derenne y Mougin (1976) para Francia y sus territorios de ultramar. En España están los aportes de Délibes y Calderón (1979) y Soriguer (1981). Estando todas estas investigaciones orientadas hacia la preservación e incremento de las poblaciones, las que han sido muy fuertemente reducidas por la mixomatosis.

En Chile, a pesar de existir aportes al conocimiento de la biología de conejos, aún persisten muchas dudas sobre ellos, incluso no hay acuerdos en la fecha de su introducción al país. Para Housse (1953), ésta se habría realizado a inicios del siglo pasado, en cambio Greer (1968), estima que se efec-

---

Museo de Historia Natural de Valparaíso. Casilla 925, Viña del Mar, Chile.

tuó a mediados del dieciocho. En relación a aspectos reproductivos, los aportes han sido irregulares, destacándose los de Veas (1975), para una población de Vegas Blancas, Valdivia y los de Sáiz et al. (1982) para los animales de Juan Fernández.

El actual trabajo tiene por objeto informar y analizar sobre la estructura sexual y las variaciones que suceden al interior de la población de conejos, que residen en la Reserva Forestal de Peñuelas.

MATERIAL Y METODO

Para el estudio se muestreó mensualmente durante 5 días consecutivos, por un lapso de 13 meses, a partir de febrero de 1982, en la Reserva Forestal de Peñuelas (33º 11' S., 71º 25' W.), ubicada a 30 Km. al sur-oeste de la ciudad de Valparaíso.

Se capturaron en total 735 animales mediante lazos, que básicamente consisten en una estaca de madera o metal, la cual lleva atado un lazo corredizo de alambre acerado, Los conejos, así como liebres y degús, al transitar por un mismo sector configuran con el tiempo pequeños senderos, de fácil reconocimiento, aprovechando este hecho se hace la postura de los lazos. Cada animal fue pesado, sexado y medido, a los machos se les extrajo los testículos, que fueron fijados en Bouin acuoso, cortados a 7 micrones para su estudio histológico y teñidos con la tinción tricrómica de Masson. A las hembras se les revisó su estado reproductivo, anotando la presencia de embriones, lactancia o en reposo. Los cristalinos de cada animal fueron tratados según la técnica descrita por Lord (1959), y se usaron para determinar la edad según la expresión de Myers y Gilbert (1968).

RESULTADOS Y DISCUSION

Madurez Sexual.

Dado que la capacidad de reproducción es la característica esencial que permite establecer la frontera entre adulto e inmaduro, se estableció ésta en referencia a la edad de la hembra más pequeña encontrada preñada, o con signos de estar amamantando y del macho más pequeño provisto de testículos escrotales. Este último carácter fue confrontado con el análisis histológico de los testículos y sus epidídimos. De acuerdo a esta definición hemos encontrado que ambos sexos logran la madurez sexual a los 120 días de edad. Este parámetro permitió subdividir la muestra de 735 animales capturados en 521 adultos y 214 inmaduros.

Tabla Nº 1: Distribución de categorías de edades y su peso corporal medio.

CATEGORIA	EDAD (días)	Peso Corporal Medio (g.)	D. E.	N
1.a INFANTIL	60	423	131	25
2.a JUVENIL	61 - 90	800	175	67
3.a SUBADULTO	91 - 119	995	138	122
4.a ADULTO JOVEN	120 - 180	1195	171	205
5.a ADULTO MEDIO	181 - 365	1377	160	229
6.a ADULTO MAYOR	365	1540	199	87
				735

El establecimiento de los diferentes niveles etarios que hemos *definido* son arbitrarios (Tabla 1). El término de adulto comprende a todos aquellos animales con edad igual o superior a los 120 días. Esta clasificación presenta gran similitud con aquella fijada por Shepherd et al. (1981): de 30 a 75 días para infantiles, de 76 a 125 subadultos y de 125 a 200 días para adultos jóvenes, valores muy semejantes a los indicados por Richard (1979).

Trabajando en una población de conejos del dominio de Saint Benoist, región de París, Arthur (1980), elaboró una curva testigo para el cálculo de edad. Aunque su función es algo diferente a la nuestra, encontró que la madurez sexual de estos animales se alcanza cuando tienen 240 días de vida. Rogers (1979), ha señalado que los conejos de la Camarga, región mediterránea de Francia, son sexualmente maduros a los 270 días. En Suecia, resultados semejantes han sido descritos por Andersson y Meurling (1977), quienes estiman maduros a animales de 280 días. En contraste, Borg et al. (1978), encontraron un muy bajo porcentaje de conejos con signos de ovulación durante su primer año de vida y consideraron que éstos sólo se reproducirían a partir del segundo año.

Una mejor coincidencia con nuestros resultados, se da con los valores australianos, señalados por Myers y Poole (1963), que consideran como adultos a conejos de 150 días, aunque la maduración estaría condicionada a la mayor o menor disponibilidad de alimentos (Myers y Poole op cit.). Para Richards (1979), la madurez o etapa adulta se alcanza a los 120 días. En Nueva Zelanda, Watson (1957) estima que esta condición se logra a los 270 días para los machos y a los 150 días para las hembras.

Veas (1975) confirma nuestros resultados al señalar, para una población de conejos de Vegas Blancas, Valdivia, que la pubertad se obtiene alrededor de los 110 días al encontrar que la hembra preñada más joven tenía 124 días.

La adquisición de la madurez sexual a tan dispar edad, como 124 días para Veas (1975), 150 para Watson (1957), 270 para Rogers (1979) o más de 1 año para Borg et al. (1978), probablemente tiene orígenes múltiples. Uno de ellos, es el diferente criterio utilizado para estimar la edad, ya sea basada en el peso corporal (Southern, 1940), fusión de las epífisis de la tibia (Wodzicki y Darwin 1962), peso seco del cristalino que ha generado diversas funciones, siendo la propuesta por Myers y Gilbert (1968) la más corrientemente utilizada.

Otra causa puede ser la incidencia de los factores climáticos y su influencia en la disponibilidad de vegetales verdes, que afecta el momento en el que los animales logran su madurez sexual. Southern (1940), señala que condiciones climáticas adversas pueden afectar la capacidad reproductora de los conejos. Délibes y Calderón (1979), discuten el caso de los efectos de una larga sequía en España, sobre la extensión del período reproductivo. La posibilidad de adquirir la adultez dentro del mismo año de nacimiento, ha sido señalado por Brambell (1944) y Shepherd et al. (1981), lo que también fue verificado en nuestros muestreos.

En el caso de los machos el lograr la madurez sexual, independiente de la edad, es una etapa más, pues luego deberán luchar con otros machos

más experimentados, en quienes reposa la hegemonía reproductiva, a fin de iniciar su harén, el que irá aumentando en la medida que venza a otros propietarios de hembras (Lockley 1954, Thompson y Worden 1956, Myers y Mykytowycz, 1958). Este hecho ha sido reconfirmado por Henderson (1979), quien encontró una correlación significativa entre la sobrevivencia y el status social en los conejos. Encontró que la mayoría de las disputas que resultaron mortales tuvieron lugar entre enero y febrero, que corresponden al inicio del ciclo reproductivo. En contra las realizadas entre septiembre a diciembre, fuera del período de actividad sexual, fueron sin consecuencias.

Relación Inmaduro/Adulto

La relación inmaduro/adulto, sufre durante el año notables variaciones mensuales (Fig. 1). Entre marzo a julio, los inmaduros están ausentes de nuestros muestreos, característica que refleja lo que acontece al interior de la población, pues el lazo o huachi es una trampa selectiva, que no permite capturar aquellos animales muy pequeños que recién emergen de la madriguera. Los primeros infantiles fueron capturados a partir de agosto, pero es probable que las primeras pariciones hayan tenido lugar uno o dos meses antes, alrededor de mayo.

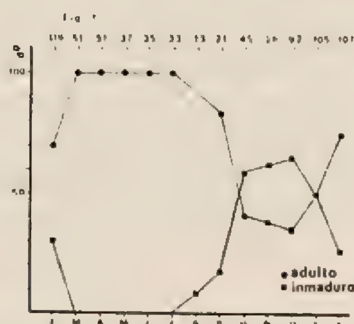


Fig. 1. Variación mensual porcentual de la relación conejos adultos/inmaduros, y la captura por mes.

A medida que avanza la etapa de reproducción, los infantiles y juveniles, poco a poco comienzan a tener mayor incidencia en la estructura poblacional, llegando a ser porcentualmente superiores al 50% de octubre a enero. A partir de este último mes, se invierte la relación ya que en febrero, sólo representan el 26% de la población; a partir de marzo hasta julio ya no hay inmaduros, los que han pasado a constituir la población de adultos (Fig. 1). Los adultos adquieren su menor número relativo en diciembre, con 35%, que coincide con el fin del ciclo reproductivo, el cual se prolonga sólo por la presencia de hembras lactantes. Sáiz et al. (1982), en Isla Juan Fernández, encontraron que en noviembre sólo el 15.5% de las hembras estaban en reproducción, de las cuales 66.5% estaban lactando.

La inversión poblacional ocurrida a partir de enero tiene dos raíces: una provocada por mortalidad selectiva de los inmaduros, por ser los más predados (Schlatter et al. 1980), y la otra por la adquisición de su condición de adultos. Para Daly (1980) en Australia la reducción numérica de los

adultos en la época reproductiva tendría dos raíces, una la mortalidad de los adultos y la otra por la saturación de las trampas por el aumento de los inmaduros.

La baja sostenida que se observó en la captura de animales adultos a partir de mayo hasta septiembre, a pesar de haber mantenido constante el esfuerzo de captura, lo hemos atribuido a: mortalidad postreproductiva por agotamiento fisiológico asociado, disminución de la oferta alimenticia y a una modificación de la conducta ocasionada por el impacto de un importante número de inmaduros, en especial de los subadultos, que ocasionan luchas entre si y con los adultos.

Nuestros resultados han mostrado que en el período comprendido entre marzo a julio, inmaduros están ausentes de la población, pero quizás su ausencia no sea tan extensa, dado que las trampas y lazos utilizados segregan a la gran mayoría de animales de peso inferior a los 600 g., es decir, infantiles y parcialmente a los juveniles. En otras poblaciones los inmaduros y hembras preñadas se encuentran durante gran parte del año o en toda su extensión, como lo ha señalado Watson (1954). Wood (1980), cita lo mismo pero encuentra una mayor incidencia de inmaduros en algunos meses. Stephens (1952), encontró que hubo nacimientos esporádicos todo el año. La ausencia o baja representatividad de los inmaduros en algunos meses, puede ser provocada por la fuerte predación que soportan. Jones y Skira (1979), calcularon que el 98% de los conejos consumidos por skúas, pesaban menos de 750 g. o probablemente también hay mortalidad selectiva por estados patológicos, aunque Sawin y Curran (1952), declaran que la neumonía es una enfermedad que ataca al conejo toda la vida.

Relación Macho/Hembra.

Las variaciones del porcentaje mensual entre machos y hembras en el transcurso de los 13 meses de muestreo, señala la existencia de dos fases. La primera se extiende desde marzo a mediados de julio, está caracterizada por una cierta irregularidad en sus valores (Fig. 2). De estos valores, sin embargo, sólo los correspondientes a marzo y junio (con 66.7 y 40.5% de machos, respectivamente) son diferentes a la proporción de 1:1 ($P = 0.01$, X^2 con corrector de continuidad). Esta irregularidad es atribuible a los eventos pre-reproductivos en los conejos, en especial a aquellos que tienen relación a la búsqueda de hembras y formaciones de los serrallos, lo que promueve un aumento en los desplazamientos de los machos y luchas entre ellos provocando en ocasiones la muerte de uno de los combatientes, y a la selectividad de los lazos sobre esos animales más pequeños.

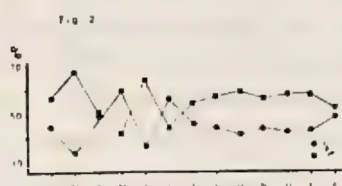


Fig. 2. Variación mensual porcentual entre los sexos.

La segunda fase, que se extiende de julio a febrero, corresponde a un período homogéneo con predominio de los machos sobre las hembras, pero sin que esta diferencia sea estadísticamente significativa (Fig. 2).

A pesar que la mayoría de los valores de porcentajes de los sexos no difieren significativamente de la relación de 1:1 para la mayoría de las poblaciones de conejos (Tabla 2), muchos de los autores hacen resaltar que las diferencias por ellos encontradas, son producto de la metodología utilizada o de variaciones propias de la población. Rogers (1979) cita que en el caso de animales cazados a tiros, son mayoritarios los machos adultos y que el porcentaje de hembras trampeadas aumenta con la edad. Stephens (1952) cita una razón de 1 macho por 0.6 hembras cuando se utilizan lazos, valor muy semejante al obtenido por nosotros para todo el tiempo de estudio (1:0.65). Shepherd et al. (1981), observaron que hay un aumento progre-

Tabla 2: Porcentajes sexuales en diferentes poblaciones de conejos.

PAIS	% Machos	% Hembras	N	REFERENCIAS
Gran Bretaña	47.9	52.1	142	Southern, 1940
Gran Bretaña	50.5	49.5	1941	Brambell, 1944
Gran Bretaña	48.1	51.9	1373	Phillips et al., 1952
Gran Bretaña	42.3	56.7	6017	Stephens, 1952
Gran Bretaña	42.0	58.0	—	Lloyd, 1970
Gran Bretaña	54.9	45.1	966	Mead-Briggs et al., 1975
Suecia	46.1	53.9	967	Andersson et al., 1979
Suecia	47.6	52.6	1423	Dahlback y Andersson, 1981
Francia	58.0	42.0	35	Derenne y Mougin, 1976
Francia	62.0	38.0	148	Derenne y Mougin, 1976
Francia	45.6	54.4	1182	Rogers, 1979
Francia	48.6	51.4	1938	Arthur, 1980
España	48.2	51.8	166	Délibes y Calderón, 1979
España (adultos)	36.6	63.4	520	Soriguer, 1981
N. Zelanda (inmaduros)	51.3	48.7	210	Tyndale-Biscoe y Williams, 1955
N. Zelanda	46.2	53.8	4547	Watson y Williams, 1955
N. Zelanda	48.1	51.9	5265	Bell, 1977
N. Zelanda	50.9	49.1	526	Wodzicki y Roberts, 1960
N. Zelanda	53.7	46.3	2114	Mc Ilwaine, 1962
N. Zelanda	49.5	50.5	588	Wodzicki y Darwin, 1962
N. Zelanda	58.2	41.8	—	Gibb et al., 1969
N. Zelanda	43.0	57.0	740	Edmonds et al., 1981
Australia (inmaduros)	50.9	49.1	858	Myers y Poole, 1962
Australia	54.8	45.2	700	Dunsmore, 1971
Australia	39.7	60.3	174	Dunsmore, 1974
Australia	50.0	50.0	448	Wood, 1980
Australia	53.4	46.6	627	Shipp et al., 1963
Australia (Agouti)	54.0	46.0	4317	Skira et al., 1982
Australia (negro)	51.0	49.0	830	Skira et al., 1982
Australia	53.0	47.0	347	Daly, 1980
Chile	50.0	50.0	190	Veas, 1975
Chile	48.9	51.1	384	Sáiz et al., 1982
Chile	49.9	50.1	684	Actual trabajo
	49.6	50.4		

sivo de la razón sexual en función a la edad. Daly (1980) comprobó la existencia de factores que determinan la respuesta-trampa del conejo, tales como: edad, sexo y estación del muestreo, siendo los adultos más trampeables en época no reproductiva. En el caso de existir diferencias significativas, nos parece que éstas podrían deberse al método de sexar externamente los animales, sin una confirmación interna, que podría ser el caso de Derenne y Mougin (1976), más que al bajo número de animales empleados según sus razones. Las causas invocadas por Soriguer (1981) no dejan de tener cierto asidero, en especial a aquella que tiene relación con la eliminación de más machos por factores externos, ya que al ser estos menos sedentarios que las hembras, son más susceptibles de sufrir mayor predación. Phillips et al. (1952), han encontrado que el porcentaje prenatal de sexos favorece ampliamente a las hembras, 68% de la población al inicio, pero al cabo de 6 semanas esta cifra desciente a 54%.

Con respecto a una mortalidad selectiva por factores hereditarios (Soriguer 1981), la escasez de información sobre esta materia no permite una evaluación, pero Daly (1980) no encontró relación entre la respuesta a la trampa y los patrones electroforéticos para cuatro enzimas.

La relación de los porcentajes sexuales en diferentes poblaciones mundiales de conejos (Tabla 2), muestra que la tendencia general es a la igualdad proporcional de los sexos, siendo el valor medio para las 32 poblaciones considerada de 49.6% para machos y 50.4% para hembras.

Las únicas excepciones estadísticamente significativas a la proporción esperada de 1:1 son las señaladas por Derenne y Mougin (1976), para la muestra de la población del archipiélago de las Kerguelén (n= 148, Tabla 2), quienes estiman que la mayor representatividad de los machos sería a causa de lo exiguo de la muestra. En cambio, para Soriguer (1981), trabajando con animales adultos en España, considera que la mayoría de hembras tiene por base esencial la expresión diferencial de ciertos caracteres hereditarios y la eliminación de los machos por factores externos. Para Dunsmore (1974), que las hembras sean más numerosas, es solo la confirmación a la regla general que estas son abundantes en Australia.

CONCLUSIONES

Según nuestros análisis de los resultados podemos concluir, que la población de *Oryctolagus cuniculus* que vive en la Reserva Forestal de Peñuelas, Valparaíso, se caracteriza por: Adquirir su madurez sexual a la edad de 120 días, cifra válida tanto para machos como hembras, aunque los machos adultos requieran con posterioridad a ésta, lograr cierto status social que les permita conformar sus propios serrallos. Por otra parte la relación entre adulto e inmaduro es viariable durante el ciclo anual, estando estos últimos ausentes entre marzo y julio y son más numerosos que los adultos entre octubre y diciembre; esta relación se invierte a partir de enero. Finalmente las variaciones del porcentaje entre machos y hembras, también es variable en el año, caracterizado por un ciclo bifásico, en donde una etapa de mayor irregularidad se extiende entre febrero y agosto, que es producida por la selec-

tividad de las trampas hacia los animales de baja talla y a los desplazamientos pre-reproductivos, y la segunda fase mucho más homogénea con predominio de machos, pero sin ser estadísticamente significativos.

AGRADECIMIENTOS: Al Prof. J. Bons, quien facilitó todas las instalaciones y personal de l'ECOLE PRATIQUE DES HAUTES ETUDES, de Montpellier, Francia, para efectuar este estudio, y al Prof. F. Figueroa, por su valiosa y desinteresada cooperación en el trabajo de terreno.

Este trabajo corresponde al proyecto "*Oryctolagus cuniculus*, uso y control del recurso", financiado por CONAF, V Región y Museo de Historia Natural de Valparaíso.

REFERENCIAS

ANDERSSON, M., y P. MEURLING. 1977. The maduration of the ovary in wild rabbits, *Oryctolagus cuniculus*, in South Sweden. Acta Zool., **58**: 95-101.

ANDERSSON, M., M. DAHLBACK y P. MEURLING. 1979. Biology of the wild rabbit, *Oryctolagus cuniculus*, in Southern Sweden. I. Breeding season. Swedish Wildl. Res., **11**: 103-127.

ARTHUR, C. 1977. Contribution a l'étude du lapin de garenne *Oryctolagus cuniculus* (Linné, 1758) et de sa dynamique de population. D. E. A., Paris, VI, 137 p.

ARTHUR, C. 1980. Démographie du lapin de garenne *Oryctolagus cuniculus* L. 1758 en région parisienne. Bull. Mens. Off. Nat. Chasse Décembre: 127-162.

BORG, B., M. ANDERSSON y P. MEURLING. 1978. Biology of the wild rabbit, *Oryctolagus cuniculus*, in Southern Sweden. III. Histology of the uterus in the non-breeding season. Acta Zool., **59**: 253-260.

BELL, J. 1977. Breeding season and fertility of the wild rabbit, *Oryctolagus cuniculus*, in North Canterbury, New Zealand. Proc. N. Z. Ecol. Soc., **24**: 79-83.

BRAMBELL, F. 1944. The reproduction of the wild rabbit, *Oryctolagus cuniculus* (L.). Proc. Soc. Lond., **114**: 1-45.

DALY, J. 1980. Age, sex and season: factors wich determine the trap response of the european wild rabbit, *Oryctolagus cuniculus*. Aust. Wildl. Res., **7**: 421-432.

DAHLBACH, M. y M. ANDERSSON. 1981. Biology of the wild rabbit, *Oryctolagus cuniculus*, in Southern Sweden. IV. Leydig cell activity and seasonal development of two male accessory organs of reproduction. Acta Zool., **62**: 113-120.

DELIBES, M. y J. CALDERON. 1979. Datos sobre la reproducción del conejo, *Oryctolagus cuniculus* (L.), en Doñana, S. O. de España, durante un año seco. Doñana, **6**: 91-99.

DERENNE, P. y J. MOUGIN. 1976. Données écologiques sur les mammiféres introduits d'ile aux Cochons, Archipel Crozet (46º 06' S. 50º 14' E.). Mammalia, **40**: 21-53.

DUNSMORE, J. 1971. A study of the biology of the wild rabbit in climatically different regions in eastern Australia. Aust. J. Zool., **19**: 355-370.

DUNSMORE, J. 1974. The rabbit in subalpine South Eastern Australia. I. Population structure and productivity. Aust. Wild. Res., **1**: 1-16.

EDMONDS, J., J. BACKOLES y R. SHEPHERD. 1981. Some biological characteristic of a feral rabbit, *Oryctolagus cuniculus* (L.) population of wild and domestic origin. Aust. Wildl. Res., **8**: 589-596.

GIBB, J., G. WARD y C. WARD. 1969. An experiment in the control of a sparse population of wild rabbits (*Oryctolagus c. cuniculus* L.) in New Zealand. N. Z. J. Sci., **12**: 509-534.

GREER, J. 1968. Mamíferos de la provincia de Malleco. Pub. Mus. "Dillman S. Bullock", Angol, 114 pp.

HENDERSSON, B. 1979. Regulation of the size of the breeding population of the european rabbit, *Oryctolagus cuniculus*, by social behaviour. J. Appl. Ecol., **16** (2): 383-392.

HOUSSE, P. 1953. Animales salvajes de Chile Ed. U. de Chile, Stgo., 189 pp.

JONES, E. e I. SKIRA. 1979. Breeding distribution of the great skua at Macquarie Island in relation to numbers of rabbits. Emu, **79**: 19-23.

LORD, R. 1959. The lens as an indicator of age in cottontail rabbits. J. Wildl. Mgmt., **23**: 358-360.

LLOYD, H. 1967. In: Effects of external stimuli on reproduction. CIBA Foundation Study Group 26, Churchill London.

LLOYD, H. 1970. Variation and adaptation in reproductive performance. Symp. Zool. Soc. Lond., (26): 165-188.

LLOYD, H. y D. MC COWAN. 1968. Some observations on the breeding burrows to the wild rabbit, *Oryctolagus cuniculus* on the island of Skokholm. J. Zool., **156**: 540-549.

LOCKLEY, R. 1954. The private life of the rabbit. André Deutsch Limited, London.

MC ILWAINE, C. 1962. Reproduction and body weights of the wild rabbit: *Oryctolagus cuniculus* (L.) in Hawke's Bay in New Zealand. N. Z. J. Sci., **5**: 325-341.

MEAD-BRIGGS, A., J. VAUGHAM y B. RENNISON. 1975. Seasonal variation in numbers of the rabbit flea on the wild rabbit. Parasitol., **70**: 103-118.

MYERS, K. 1970. Dinamics of numbers in populations. P. J. Den Boer and G. R. Gradwell.

MYERS, K. y N. GILBERT. 1968. Determination of age of wild rabbits in Australia. J. Wildl. Mgmt., **32**: 841-848.

MYERS, K. y R. MYKYTOWYCZ. 1958. Social behaviour in the wild rabbit, *Oryctolagus cuniculus* (L.). Nature, **169**: 1515-1516.

MYERS, K. y W. POOLE. 1962. A study of the biology of the wild rabbit, *Oryctolagus cuniculus* (L.) in confined population. III. Reproduction. Aust. J. Zool., **10**: 225-267.

MYERS, K. y W. POOLE. 1963. A study of the biology of the wild rabbit, *Oryctolagus cuniculus* (L.) in confined populations. IV. The effect of rabbit grazing on sown pastures. J. Ecol., **51**: 435-451.

PHILLIPS, W., M. STEPHENS y A. WORDEN. 1952. Observations on the rabbit in West Wales. Nature, **169**: 896-870.

POOLE, W. 1960. Breeding of the wild rabbit, *Oryctolagus cuniculus* (L.) in relation to the environment. SCIRO Wildl. Res., **5**: 21-43.

RICHARDS, G. 1979. Variation in water turnover by wild rabbits, *Oryctolagus cuniculus* in an arid environment due to season, age group and reproductive condition. Aust. Wildl., **6**: 289-296.

ROGERS, P. 1979. Ecology of the european wild rabbit, *Oryctolagus cuniculus* (L.) in the Camargue, Southern France. Ph. Tesis, Univ. Guelph.

SAIZ, F., E. DE LA HOZ, H. TORO, L. ZUÑIGA y E. VASQUEZ. 1982. Proposición de un método de control integrado del conejo en el Archipiélago de Juan Fernández. U. Católica, Valparaíso.

SAWIN, P. y R. CURRAN. 1952. Genetic and physiological background of reproduction in the rabbit. I. The problem and its biological significanse. J. Exp. Zool., **120**: 165-201.

SCHLATTER, R., J. YAÑEZ, H. NUÑEZ y F. JAKSIC. 1980. The diet of burrowing owl in Central Chile its relation to prey size. Auk, **97**: 616-619.

SHEPHERD. R., J. EDMONDS y I. NOLAN. 1981. Observations on variations in the sex ratios of wild rabbits, *Oryctolagus cuniculus* (L.) in Victoria. Aust. Wild. Res., **8**: 361-367.

SHIPP, E., K. KEITH, R. HUGHES y K. MYERS. 1963. Reproduction in a free-living population of domestic rabbit, *Oryctolagus cuniculus* (L.) on a subantartic islands. Nature, **200** (4909): 858-860.

SKIRA, I. 1978. Reproduction of the rabbit, *Oryctolagus cuniculus* (L.) on Macquarie island, subantartic. Aust. Wildl. Res., **5**: 317-326.

SKIRA, I. 1980. Some population parameters and seasonal changes in the weights of internal organs of rabbits, *Oryctolagus cuniculus* (L.) at Macquarie island. Aust. Wildl. Res., **7**: 235-245.

SKIRA, I., M. BROTHERS y G. COPSON. 1982. Coat colour and fitness of rabbits on Macquarie island. Aust. Wildl. Res., **9**: 121-123.

SORIGUER, R. 1981. Estructura de sexos y edades en una población de conejos de Andalucía Occidental. Doñana, **8**: 225-236.

SOUTHERN, H. 1940. The ecology and population dynamics of the wild rabbit, (*Oryctolagus cuniculus* (L.). Ann. Appl. Biol., **27**: 509-526.

STEPHENS, M. 1952. Seasonal observations on the wild rabbit, (*Oryctolagus cuniculus cuniculus* (L.), in West Wales. Proc. Zool. Soc. Lond., **122**: 417-434.

THOMPSON, H. y A. WORDEN. 1956. The rabbit. Ed. Collins. London.

TYNDALE-BISCOE, C. y R. WILLIAMS. 1955. A study of natural mortality in a wild population of the rabbit *Oryctolagus cuniculus* (L.). N. Z. J. Sci. Tech. (B), **36**: 561-580.

VEAS, J. 1975. Algunos aspectos reproductivos del conejo silvestre *Oryctolagus cuniculus* (L.). Tesis U. Chile.

WATSON, J. 1954. The breeding season of the wild rabbit in New Zealand. Nature, **174**: 608-610.

WATSON, J. 1957. Reproductions of the wild rabbit, *Oryctolagus cuniculus* (L.) in Hawke's bay New Zealan. N. Z. J. Sci. Tech., **38**: 451-482.

WATSON, J. y R. WILLIAMS. 1955. The relationship between paunched and dead weights of rabbits. N. Z. J. Sci. Tech. (B), **37**: 54-58.

WODZICKI, K. y J. DARWIN. 1962. Observations on the reproduction of the wild rabbit, (*Oryctolagus cuniculus* L.) at varying latitudes and altitude in New Zealand. N. Z. J. Sci., **5**: 463-474.

WODZICKI, K. y H. ROBERTS. 1960. Influence of population density on the adrenal and body weights of the wild rabbits, *Oryctolagus cuniculus* L. in New Zealand. N. Z. J. Sci., **3**: 103-120.

WOOD, D. 1980. The demography of a rabbit population in an arid region of a New Wales, Australia. J. Anim. Ecol., **49**: 55-79.

NORMAS PARA LOS AUTORES

Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso publicará trabajos originales e inéditos en las áreas de las Ciencias Naturales y Antropológicas. Previamente serán sometidos a revisión por tres consultores, nombrados por los respectivos coordinadores.

1.—TEXTO: Dactilografiado en tamaño carta con un margen de 3 cm. por lado, en original y tres copias. Sólo se subrayan los nombres genéricos y específicos.

2.—TITULO: En mayúsculas y ubicado al centro superior de la primera página. Debe ser conciso y directamente relacionado con el contenido

3.—NOMBRE DE AUTORES: Ubicados bajo el título y al centro. Reducidos a nombre y apellido paterno, sin títulos académicos u otros.

4.—INSTITUCION A QUE PERTENECEN: Mediante un asterisco detrás del nombre de los autores, se envía a nota de pie de página en que se consigna esta calidad.

5.—ESQUEMA BASICO DE LOS TRABAJOS: Se recomienda.

—Abstract, en inglés, francés o alemán.

—Introducción, incluirá antecedentes generales, presentación de objetivos e hipótesis.

—Material y método. Se expondrá la metodología de obtención y de análisis de datos y la caracterización del sustrato en el cual se trabaja.

—Resultados y discusión. Incluirá análisis e interpretación de la información. Si se considera necesario, ambos aspectos pueden ir separados.

—Conclusiones. Deben quedar claramente expuestas, de manera que se destaquen los aportes reales del trabajo.

—Agradecimientos. Si desea colocarlos, estos deberán ser sobrios y escuetos.

—Referencias. Incluirá todos los trabajos citados en el texto.

6.—PRESENTACION DE:

—Referencias. Se ordenará alfabéticamente por autores. Para un mismo autor se ubicarán cronológicamente y si hay reiteración de un año, se separarán por letras minúsculas. Debe escribirse la totalidad de los autores en la referencia. La expresión "Williams et al. 1980", sólo procede en el texto.

—Citas de artículos de revistas. Seguirán los siguientes ejemplos:

FRITZ, M. 1968. *Nyssonini* neotropicales. An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso, **1**: 143-159.

BURNHAM, K. P., D. R. Anderson y J. L. Laake. 1979. On robust estimation from the line transect data. J. Wildl. Manage., **43** (4): 992-996.

—Cita de libros. Seguirá el siguiente ejemplo:

Donoso-Barros, R. 1966, Reptiles de Chile. Ed. U. de Chile, Santiago de Chile, 458 pp. Después del título, se indicará la edición sólo a partir de la segunda.

—Toda referencia que no corresponda a las formas citadas debe llevar explícita su condición (manuscrito, en prensa, etc.). Las comunicaciones personales o epistolares sólo van como cita a pie de página.

—Citas en el texto. Se harán indicando apellido del autor y año de publicación, sin separación por coma o punto.

—Gráficos, diagramas y fotografías se denominarán Fig. Los dos primeros se confeccionarán a tinta china en papel diamante. Las fotografías deberán ser en blanco y negro, papel brillante y con buen contraste e intensidad.

Deben numerarse en forma correlativa, indicando el lugar del texto en que conviene ubicarlas y acompañadas de sus respectivas leyendas en hoja separada.

—Tablas. Numeradas en forma correlativa con su respectiva leyenda en la parte superior, la que debe ser concisa y globalizante de la información expuesta. Si se presenta en hoja separada, indicar lugar del texto en que procede ubicarla.

7.—PRUEBAS DE IMPRENTA: El autor recibirá dos pruebas de imprenta que deberá devolver corregidas inmediatamente. Estas correcciones se refieren exclusivamente a errores de imprenta. Si es necesario modificar el texto original, el costo suplementario que esto demande será de cargo del autor.

8.—DIRECCION DE LA REVISTA: Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso, calle Valparaíso Nº 155, Casilla 925, Viña del Mar, Chile.



Deseamos canje con publicaciones similares.

Exchange with similar publications is desired.

On prie de bien vouloir établir l'échange.

Wir bitten um Austausch mit aehnlichen Fachzeitschriften.

Dirigirse: Museo de Historia Natural - Casilla 925 - Viña del Mar - CHILE.